



**Paulo Manuel  
Correia Silva**

**A tendência da linha de costa entre as praias de  
Maceda e S. Jacinto**



**Paulo Manuel  
Correia Silva**

**A tendência da linha de costa entre as praias de  
Maceda e S. Jacinto**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências do Mar e das Zonas Costeiras, realizada sob a orientação científica da Doutora Cristina Maria de Almeida Bernardes, Professora Associada do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, e da Doutora Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins, Professora Associada do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

Dedico a Ramiro Francisco Correia.

## **o júri**

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Maria Eduarda da Cunha Pereira**

professora auxiliar da Universidade de Aveiro (Presidente)

**Doutor Paulo Renato Enes Baganha Baptista**

investigador de pós-doutoramento do CESAM da Universidade de Aveiro (Arguente)

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Cristina Maria de Almeida Bernardes**

professora associada da Universidade de Aveiro (Orientadora)

**Prof<sup>a</sup>. Doutora Filomena Maria Cardoso Pedrosa Ferreira Martins**

professora associada da Universidade de Aveiro (Co-orientadora)



## **agradecimentos**

À Professora Doutora Cristina Bernardes, minha orientadora, quero expressar o especial reconhecimento pelo apoio científico e acompanhamento permanente. O seu ensinamento, incentivo e apoio constantes tornaram-se decisivos para a realização de todo o trabalho científico apresentado nesta dissertação. Estou igualmente grato à Professora Doutora Filomena Martins pela sua preciosa co-orientação neste trabalho científico, pela disponibilidade, aconselhamentos e pelas inúmeras provas de amizade ao longo destes anos. A ambas uma outra gratidão, a que envolve o acompanhamento e participação num crescimento pessoal além do profissional.

Ao Doutor Paulo Baptista, o reconhecimento pelo apoio prestado na saída de campo, crucial para o desenvolvimento desta dissertação, pela amizade, humildade e transmissão de conhecimentos no domínio da Geodesia Espacial.

Não posso deixar de reconhecer a aprendizagem em conjunto com a Andreia Maia, que em muito contribuiu para a realização desta dissertação; a amizade, a disponibilidade, o apoio pessoal e a paciência demonstrados por Rafael Navarro, Elisabete Capelo, Catarina Lourenço e Cristiana Santos.

A todos os meus caros colegas da Licenciatura em Ciências do Mar e do Mestrado em Ciências do Mar e das Zonas Costeiras um muito obrigado, pelas alegrias e tristezas que me desenvolveram pessoalmente, pelo apoio incondicional e pelos momentos inesquecíveis que me proporcionaram nesta academia.

Quero, ainda, manifestar o meu agradecimento a todas as entidades que me receberam, pela forma recetiva com que o fizeram e pela informação disponibilizada, indispensáveis à realização da dissertação, designadamente à Câmara Municipal de Ovar nas pessoas do Eng.º Manuel Jardim e do Arq.º Rogério Pacheco; à Câmara Municipal da Murtosa na pessoa do seu Presidente Joaquim Baptista; à Câmara Municipal de Aveiro na pessoa da Dra. Maria Aurora Henriques.

Ao meu amigo Filipe Franco pelo companheirismo demonstrado e pelo crescimento da nossa crença cristã.

Ao Rui Martins pelo seu apoio e amizade que pouco visualizo no meu quotidiano, o que me proporciona a acreditar num mundo melhor.

A Susana Machado pelo seu constante apoio e momentos de diversão.

A todos os meus amigos um especial e sincero obrigado.

À Família Pinho fico muito grato pela forma carinhosa e disponível com que sempre me recebeu e enriqueceu, quer a nível pessoal, quer ao nível do conhecimento, pelos momentos divertidos e pelo estímulo proporcionado que em muito contribuíram para a realização desta dissertação.

A toda a minha Família, em especial à minha mãe Judite Correia, ao meu pai Manuel Silva e irmã Isabel Silva, deixo um agradecimento onde não há palavras que possam descrever tal sentimento. À minha avó Judite Santos pela sua vasta preocupação comigo, ao meu padrinho Paulo Correia pelos momentos de motivação, auxílio e pelos mergulhos realizados, assim como ao meu Tio Ramiro Correia pela sua dedicação. Por último, à Catarina Dinis Pinho deixo um agradecimento carinhoso, pela paciência com a minha “falta de paciência”, pela compreensão, pela disponibilidade e por todo o apoio dado, na expectativa de corresponder a toda a confiança que depositou em mim.

## palavras-chave

Praias arenosas, monitorização, linha de costa, fotografia aérea, *GIS*, *DSAS*, *GPS*

## resumo

A erosão costeira atinge todo o mundo e é responsável por danos em propriedades e infraestruturas.

A área de estudo localizada na costa noroeste de Portugal é caracterizada por uma planície arenosa extensa de NW-SE, integrada num sistema de barreira-laguna.

O presente estudo expõe resultados sobre o setor entre as praias de Maceda e S. Jacinto, expostos a um grande recuo da linha de costa na maioria da área de estudo, devido à redução no fornecimento de sedimentos e a condições de elevada agitação marítima.

Os dados recolhidos foram baseados principalmente na interpretação de fotografias aéreas de 1958, 1970, 1998, 2010 e focado em posições da linha de costa e taxas de erosão e/ou acreção. Os dados foram introduzidos no *Geographic Information Systems (GIS)*, no qual foi aplicado o *software Digital Shoreline Analysis System (DSAS)*. Dados adicionais de 2012 foram obtidos através de um sistema de monitorização que utiliza o *Global Positioning System (GPS)* e tecnologia laser, adaptado para uma plataforma móvel terrestre.

O troço costeiro mostra uma taxa de erosão de cerca de 4 m/ano na zona de Maceda e taxas de acreção que alcançam os 11 m/ano na zona de S. Jacinto. Um dos fatores que afetam a tendência natural da linha de costa é a existência de estruturas humanas, tais como, os esporões, que são usados para proteger as áreas urbanas (Furadouro e Torreira) e o porto de Aveiro. As linhas de projeção futuras mostram que em algumas zonas a linha de costa poderá recuar 80 m em 20 anos (Maceda), sendo devastados hectares de floresta. Em S. Jacinto, a norte do molhe do porto, pode haver uma acreção de 220 m.

A metodologia utilizada para estimar as taxas de erosão/acreção e as linhas de projeção, na área de estudo, pode ser muito útil para os gestores costeiros na avaliação e gestão das áreas de risco do litoral. Este é um método rápido que utiliza várias ferramentas, aplicado a um curto período de tempo de análise. Esta característica da metodologia é muito interessante, no que diz respeito à sua aplicação em decisões de gestão (recursos e afetação orçamental), uma vez que está mais próxima do ciclo temporal de implementação de políticas e planos de gestão.

**keywords**

Sandy beaches, survey, shoreline, aerial photograph, *GIS*, *DSAS*, *GPS*

**abstract**

Coastal erosion affects worldwide and is responsible for damages in properties and infrastructures.

The study area, located in the northwestern coast of Portugal, is characterised by an extensive NW-SE sandplain integrated in a barrier-lagoon system.

The present study reports some results about the sector between Maceda and S. Jacinto, exposed to a great shoreline retreat in most of the study area due to the reduction in sediment supply and highly energetic waves.

The collection data was mainly based in the interpretation of aerial photographs from 1958, 1970, 1998, 2010 and focused on shorelines positions and erosion and/or accretion rates. Data were introduced in the Geographic Information Systems (*GIS*), in which was applied the software Digital Shoreline Analysis System (*DSAS*). Additional data in 2012 was obtained through a monitoring system that uses Global Positioning System (*GPS*) and laser technology adapted to a land mobile platform.

The coastal stretch shows erosion rates of about 4 m/year in Maceda zone and accretion rates that reach 11 m/year in S. Jacinto zone. One of the factors that affect the natural trend of the shoreline is the human structures, such as, the groynes, which are used to protect urban areas (Furadouro and Torreira) and Aveiro harbour.

The set-back lines estimated shows that in the future some zones could retreat 80 m in 20 years (Maceda), with forest hectares being devastated. In S. Jacinto beach, in the north of harbour jetties, there could be an accretion of 220 m.

The methodology used to estimate the erosion/accretion rates and the set-back lines, in the case-study area, can be very helpful to coastal managers in the assessment and management of coastal risk areas. This is a fast method that uses several tools, applied to short time period of analysis. This is a very interesting characteristic, in what concerns to management decisions (resources and budget affectation) once it is more close to the policy and management time cycle implementation.

## **Índice Geral**

agradecimentos

resumo

abstract

Índice Geral

ix

Índice de Figuras

xi

Índice de Tabelas

xii

Lista de Acrónimos

xiii

## **Capítulo 1**

### **Introdução**

|      |                          |    |
|------|--------------------------|----|
| 1.   | Contextualização do tema | 3  |
| 1.1. | Motivação                | 3  |
| 1.2. | Perspetiva científica    | 4  |
| 2.   | Objetivos                | 4  |
| 3.   | Metodologia de estudo    | 5  |
| 4.   | Estrutura da tese        | 10 |

## **Capítulo 2**

### **Enquadramento Teórico**

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1. | Litorais arenosos                           | 13 |
| 2. | Obras de engenharia costeira                | 15 |
| 3. | Governança, estratégias, programas e planos | 16 |

## **Capítulo 3**

### **Faixa Costeira entre S. Pedro de Maceda a S. Jacinto**

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Estudos anteriores  | 25 |
| 2.   | Zona de estudo  | 30 |
| 2.1. | Caraterização geológica e geomorfológica                          | 32 |
| 2.2. | Caraterização climática   | 32 |
| 2.3. | Caraterização hidrodinâmica                                       | 34 |
| 3.   | Uso do solo e obras de engenharia costeira                        | 35 |
| 4.   | Levantamento dos problemas prioritários associados ao uso do solo | 40 |
| 5.   | Resultados  | 42 |
| 5.1. | Linhas de costa   | 42 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 5.2. | Quantificação das taxas de erosão/acreção                 | 45 |
| 5.3. | Linha de costa 2012 e projeções de linhas de costa        | 48 |
| 5.4. | Problemas mais significativos no âmbito do caso de estudo | 53 |
| 6.   | Discussão de resultados                                   | 55 |

## **Capítulo 4**

### **Considerações Finais**

|    |               |    |
|----|---------------|----|
| 1. | Conclusões    | 63 |
| 2. | Recomendações | 66 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Referências Bibliográficas | 68 |
|----------------------------|----|

|            |    |
|------------|----|
| Legislação | 70 |
|------------|----|

ANEXO 1 – Entrevistas aos órgãos de governação

ANEXO 1.1 – Guião de entrevista semi – estruturado

ANEXO 1.2 – Transcrição das respostas à entrevista na Câmara Municipal de Ovar

ANEXO 1.3 – Transcrição das respostas à entrevista na Câmara Municipal da Murtosa

ANEXO 1.4 – Transcrição das respostas à entrevista na Câmara Municipal de Aveiro

ANEXO 2 – Análises químicas às águas adjacentes à lixeira de Maceda de 1991

ANEXO 3 – Análise qualitativa das taxas de erosão/acreção no troço costeiro

ANEXO 4 – Legenda de estampas

ANEXO 5 – Estampas

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Aspeto do <i>software</i> ArcGIS e da ferramenta DSAS                                       | 6  |
| Figura 2 - Estação base de referência local  | 7  |
| Figura 3 - Moto-quatro com sistema Inshore (Baptista <i>et al.</i> , 2011)                             | 7  |
| Figura 4 - Sistema DGPS cinemático (Baptista, 2006)  | 7  |
| Figura 5 - A linha de costa 2012 delimitada sobre a fotografia aérea de 2010 no <i>software</i> ArcGIS | 8  |
| Figura 6 - Folha excel representativa do tratamento dos dados para as projeções                        | 9  |
| Figura 7 - Perfil transversal de praia adaptado de Baptista (2006)                                     | 14 |
| Figura 8 - Principais tipos de dunas (Moura <i>et al.</i> , 2010)                                      | 15 |
| Figura 9 - Localização da zona de estudo   | 30 |
| Figura 10 - Municípios e freguesias abrangidos pela área de estudo                                     | 31 |
| Figura 11 - Uso do solo para o troço costeiro em estudo (Caetano <i>et al.</i> , 2006)                 | 36 |
| Figura 12 - Zona de Maceda   | 38 |
| Figura 13 - Zona do Furadouro  | 38 |
| Figura 14 - Zona da Torreira e S. Jacinto  | 39 |
| Figura 15 - Obras de engenharia costeira na entrada da barra de Aveiro                                 | 39 |
| Figura 16 - Zona da Torreira sul   | 41 |
| Figura 17 - Linhas de costa do concelho de Ovar  | 43 |
| Figura 18 - Linhas de costa do concelho da Murtosa e de Aveiro   | 44 |
| Figura 19 - Taxas de erosão/acreção para o troço costeiro  | 47 |
| Figura 20 - Linha de costa 2012 e projeções para o concelho de Ovar                                    | 50 |
| Figura 21 - Linha de costa 2012 e projeções para o concelho da Murtosa                                 | 51 |
| Figura 22 - Linha de costa 2012 e projeções para o concelho de Aveiro                                  | 52 |
| Figura 23 - Taxas de erosão/acreção, para os períodos de análise                                       | 58 |

## **Índice de Tabelas**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Instrumentos de gestão de governação de âmbito nacional   | 18 |
| Tabela 2 - Instrumentos de gestão de governação de âmbito regional   | 20 |
| Tabela 3 - Instrumentos de gestão de governação de âmbito local  | 21 |
| Tabela 4 - Taxas médias de erosão propostas por Ângelo (1991)  | 25 |
| Tabela 5 - Taxas médias de erosão propostas por Ferreira (1993) e Reis (2000)                                    | 25 |
| Tabela 6 - Recuos/Avanços médios da linha de costa propostos por Caetano (2002)                                  | 26 |
| Tabela 7 - Recuos médios da linha de costa propostos por Baptista (2006)   | 26 |
| Tabela 8 - Taxas médias de erosão/acreção propostas no POOC OMG (2012)   | 26 |
| Tabela 9 - Breve resumo de estudos anteriores  | 28 |
| Tabela 10 – Entrevistas às entidades, por data, e por entrevistado   | 40 |
| Tabela 11 - Análise do troço costeiro de 50 em 50 m  | 45 |
| Tabela 12 - Análise do troço costeiro de 1 em 1 km   | 45 |
| Tabela 13 - Recuos/avanços médios no futuro a partir da análise do troço costeiro de 1 em 1 km entre 1958 a 2010 | 48 |
| Tabela 14 - Recuos/avanços médios no futuro a partir da análise do troço costeiro de 1 em 1 km entre 2010 a 2012 | 48 |
| Tabela 15 - Problemas mais significativos na área de estudo  | 55 |



## Lista de Acrónimos

ARHc – Administração da Região Hidrográfica do centro  
BM MV – Baixa Mar de Maré Viva  
CE – Comissão Europeia  
CLC – *Corine Land Cover*  
CMA – Câmara Municipal de Aveiro  
CMM – Câmara Municipal da Murtosa  
CMO – Câmara Municipal de Ovar  
*DGPS – Differential Global Positioning System*  
DPM – Domínio Público Marítimo  
*DSAS – Digital Shoreline Analysis System*  
ENGIZC – Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira  
FAP – Força Aérea Portuguesa  
GICM – Gestão Integrada Costeira e Marinha  
*GIS – Geographic Information Systems*  
GIZC – Gestão Integrada da Zona Costeira  
*GPS – Global Positioning System*  
hPa – Hectopascal  
IGeoE – Instituto Geográfico do Exército  
IGT – Instrumentos de Gestão Territorial  
IH – Instituto Hidrográfico  
INAG – Instituto da Água  
IPCC – Instituto Português de Cartografia e Cadastro  
LMPMAVE – Linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais  
MAOTDR – Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional  
NEA – Núcleo de Educação Ambiental  
NMM – Nível Médio do Mar  
PDM – Plano Diretor Municipal  
PEOT – Plano Especial de Ordenamento do Território  
PM MV – Preia Mar de Maré Viva  
PMOT – Plano Municipal de Ordenamento do Território  
PNPOT – Programa Nacional de Políticas de Ordenamento do Território  
POOC – Plano de Ordenamento da Orla Costeira  
POOC OMG – Plano de Ordenamento da Orla Costeira Ovar - Marinha Grande  
PROT – Plano Regional de Ordenamento do Território

SGT – Sistema de Gestão Territorial

UMC – Unidade Mínima Cartográfica

*USAF – United States Air Force*

ZH – Zero Hidrográfico

## Capítulo 1

### Introdução

Deus quer, o homem sonha, a obra nasce.

...

Quem te sagrou criou-te português.

Do mar e nós em ti nos deu sinal.

Cumpriu-se o Mar, e o Império se desfez.

Senhor, falta cumprir-se Portugal!

*Fernando Pessoa (in o Infante)*

## **1. Contextualização do tema**

As zonas costeiras possuem uma cultura e um modo de vida com muitos séculos de existência, servindo os interesses da humanidade, desempenhando um papel estratégico na resposta às necessidades e ambições atuais e futuras populações da Europa (CE, 1999). Desde sempre que as zonas costeiras estão relacionadas com a criação de postos de trabalho, com o crescimento económico e com o bem-estar da população. Nesta ampla gama de funções e serviços destacam-se a pesca, a mobilidade e o comércio, onde os portos são elementos fundamentais nas ligações de transportes mundiais, assim como, o turismo, o lazer e o recreio através das praias e dos desportos náuticos e das paisagens agradáveis. Todas estas atividades estimularam a fixação da população e consequentemente o aumento de aglomerados urbanos nas zonas costeiras (CE, 1999).

O espaço litoral português, continental e insular, concentra cerca de 75% da população portuguesa, sendo responsável pela produção de 85% do produto interno bruto. Nele se localizam as principais áreas urbanas e industriais, bem como as áreas de turismo intensivo, que alternam com áreas naturais, rurais e de pesca (INAG, 2009).

A ocupação crescente e a intensificação das malhas urbanas em zonas mais expostas à agitação marítima tem levado à implantação de estruturas de defesa costeira de modo a estabilizar a linha de costa. No entanto, estas estruturas são objeto de polémica uma vez que artificializam a paisagem e agravam ou antecipam fenómenos erosivos a sotamar (Ramos, 2011).

### **1.1. Motivação**

O litoral é uma zona de interface entre o continente e o mar que proporciona, não desprezando as interações destes domínios com a atmosfera e a biosfera, imensas fontes de riqueza para os diferentes setores da sociedade humana. O litoral assume um interesse de tal ordem que exige cada vez mais, conhecimento sobre a forma como ele responde aos ciclos naturais de evolução, e à maior ou menor influência antropogénica que interfere nessa evolução.

O conhecimento científico sobre as zonas costeiras tem evoluído de forma acentuada nas últimas décadas, com a necessidade de dar respostas aos problemas que têm surgido.

Portugal é um país conhecido pela sua ampla extensão da linha de costa e onde a maioria da população se concentra junto do litoral. Graves são os problemas de erosão costeira, principalmente em alguns segmentos da costa ocidental. Portugal é ainda visto como um país com poucos recursos financeiros cuja crise atual não favorece o apoio à investigação e disponibilidade de fundos necessários para promover uma melhor gestão e proteção das zonas costeiras.

Neste contexto a aplicação de novas metodologias de aquisição e tratamento de informação, como o sistema de informação geográfica (*G/S*) apoiada na geodesia espacial, permite a obtenção de resultados com custos relativamente baixos e num curto período de tempo, de forma a permitir a monitorização regular de segmentos particularmente vulneráveis, acompanhando os ciclos de implementação dos planos de gestão e as estratégias adotadas para as zonas costeiras.

Finalmente é importante que os resultados contribuam para aumentar o conhecimento científico, fundamental para compreender as tendências evolutivas e que sirvam como instrumento para sensibilizar os decisores políticos de forma a apoiar uma gestão integrada do litoral português.

## **1.2. Perspetiva científica**

O estudo de um troço costeiro envolve vários domínios científicos, nomeadamente, geociências, ambiente, ordenamento, física, química, biologia bem como a matemática, informática e ciências jurídicas, o qual se deve à sua dinâmica e complexidade.

O presente estudo apresenta uma perspetiva multidisciplinar, no âmbito das geociências e do ambiente e ordenamento, recorrendo a técnicas de fotogeologia, geodesia espacial em trabalho de campo; informática, na utilização de sistemas de informação geográfica e na componente social, utilizando o inquérito por entrevista, de forma à auscultação das entidades locais.

## **2. Objetivos**

No âmbito da preparação desta dissertação procurou-se aprofundar o conhecimento sobre a tendência evolutiva da linha de costa e identificar os problemas ambientais e de governação no troço costeiro compreendido entre as praias de São Pedro de Maceda e São Jacinto. Neste sentido, foi objetivo principal articular a área das ciências naturais, no caso a geociências, com a das ciências sociais.

Constituíram objetivos específicos do presente trabalho:

- Analisar as linhas de costa referentes aos anos de 1958, 1970 e 1998, anteriormente determinadas, com vista à sua integração;
- Delimitar a linha de costa de 2010 através de fotografia aérea;
- Quantificar as taxas de erosão e/ou acreção, entre 1958 e 2010, e analisar a relação com as obras de proteção costeira;
- Efetuar o levantamento, em campo, da linha de costa de 2012, com recurso ao *GPS* diferencial;

- Projetar o posicionamento da linha de costa para os próximos 5, 10, 15 e 20 anos, tendo como referência a linha de 2012;
- Identificar, através da análise documental, os principais problemas ambientais no troço costeiro em estudo;
- Identificar eventuais constrangimentos de governação, no que se refere ao planeamento e gestão das zonas urbanas e não urbanas.

### 3. Metodologia de estudo

A importância de campanhas regulares de monitorização das variações ocorridas nas morfologias de litorais arenosos, assume cada vez mais um papel importante nos estudos de morfodinâmica. Para o estudo da evolução da linha de costa utilizou-se a técnica de fotogeologia, onde se interpreta a linha de costa através de fotografias aéreas e ainda um sistema multi-antena *GPS*, adaptado a uma plataforma móvel terrestre.

Toda a informação recolhida foi integrada num sistema de informação geográfica (*GIS*), onde se coleciona de forma organizada uma grande variedade de dados, com informação geograficamente referenciada.

A fonte inicial de informação foi um conjunto de linhas de costa referentes aos anos de 1958, 1970 e 1998 obtidas por Caetano (2002). Estas linhas foram obtidas graças aos voos realizados pela *United States Air Force (USAF – 1958)*, pela Força Aérea Portuguesa (FAP-1970) e Estereofoto (1998), sendo o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE) o fornecedor dos dois primeiros voos e o Instituto Português de Cartografia e Cadastro (IPCC) o fornecedor do terceiro.

A linha de costa de 2010 foi obtida através de fotografias aéreas numa escala 1:28000, cedidas pelo INAG, e delimitada no *software ArcGis*. A delimitação desta linha teve sempre em consideração o limite externo do cordão dunar frontal ou, na sua ausência, a escarpa de erosão talhada na duna, principalmente no segmento costeiro de Maceda; em certas zonas, e quando presentes, considerou-se o limite externo das dunas embrionárias. É de salientar que nas zonas de galgamento oceânico, não se fez o contorno dos mesmos, isto é, ligou-se os pontos mais extremos do cordão dunar frontal ou da duna embrionária. Quanto às frentes urbanas a delimitação coincidiu, quando presentes, com as obras de defesa costeira (enrocamento) ou muros marginais.

Neste estudo foi ainda utilizada a ferramenta *Digital Shoreline Analysis System (DSAS)* permitindo a automatização de grande parte das tarefas relacionadas com a análise quantitativa da evolução da linha de costa (Thieler *et al.*, 2005). A análise foi efetuada com base nas fotografias aéreas de 1958, 1970, 1998 e 2010, tendo sido construída uma linha de referência (*baseline*) paralela à linha de costa, a partir da qual se definiram transetos

perpendiculares, espaçados de 50 em 50 metros para calcular as taxas de erosão e/ou acreção, através da funcionalidade de cálculo *End Point Rate* (Thieler *et al.*, 2005). A geração dos transetos e o cálculo das taxas entre as diferentes linhas foram efetuados de modo automático, com um intervalo de confiança de 90% (Hapke *et al.*, 2009) (Figura 1).

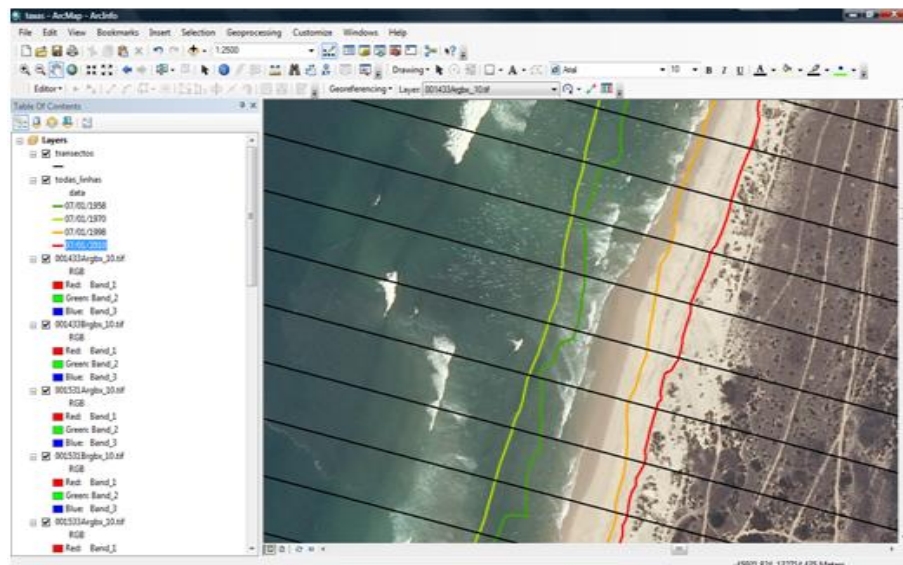


Figura 1 - Aspeto do *software* ArcGIS e da ferramenta DSAS. Representação das linhas de costa (cores) e dos transetos (preto)

A linha de costa de 2012 foi obtida através de um sistema de monitorização que utiliza o Sistema de Posicionamento Global (*GPS*) e uma tecnologia laser adaptada para uma plataforma móvel terrestre. A saída de campo realizou-se no dia 9 de Maio de 2012, na qual se utilizou uma estação base de referência local colocada no Furadouro (Figura 2), uma estação base na zona aérea de S. Jacinto, uma moto-quatro equipada com três antenas *GPS* (Figura 3) e um sistema *DGPS* (*Differential Global Positioning System*) transportado pelo operador.



Figura 2 - Estação base de referência local (no Furadouro)



Figura 3 - Moto-quatro com sistema Inshore (Baptista *et al.*, 2011)

Os dados de campo foram recolhidos, em quase a extensão do troço, com o auxílio da moto-quatro, exceto num pequeno segmento de Maceda onde era impossível passar com o veículo, devido à escarpa talhada na berma da praia e ao entulho de madeira que se encontrava na zona, devido à queda de árvores, sendo utilizado o sistema *DGPS* como se observa na Figura 4.

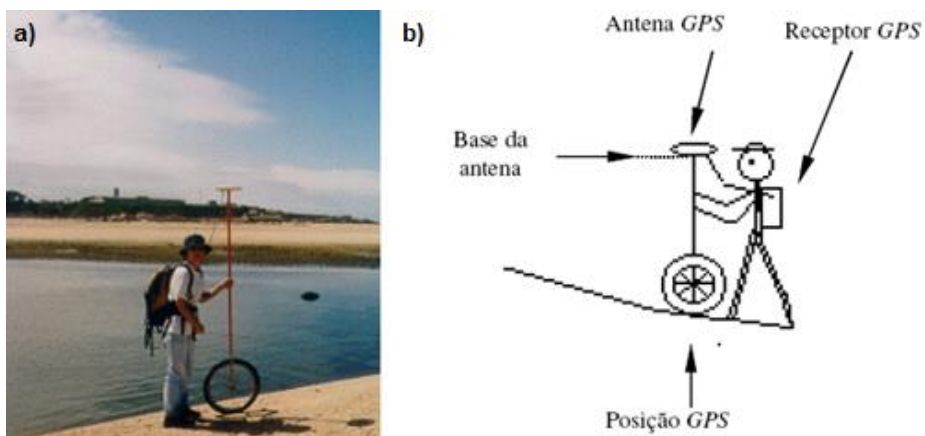


Figura 4 - Sistema *DGPS* cinemático (Baptista, 2006). a) Transportado pelo operador. b) Esquema ilustrativo



Para a receção dos dados utilizou-se a estação colocada no Furadouro, para receber os dados recolhidos entre Maceda e a Torreira, para o restante troço a estação já não tinha capacidade de alcance, sendo a da base aérea de S. Jacinto usada para a receção dos restantes dados entre a Torreira e S. Jacinto.

Com os dados recolhidos em campo, obteve-se um conjunto de pontos que depois de terem sido tratados (processados e filtrados), foram introduzidos por sua vez no *software ArcGIS* permitindo a obtenção da linha de costa de 2012 (Figura 5).

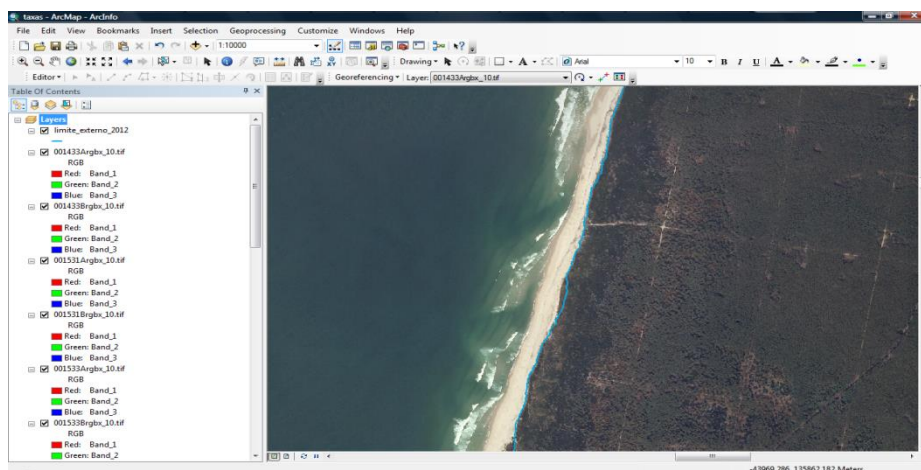


Figura 5 - A linha de costa 2012 (a azul) delimitada sobre a fotografia aérea de 2010 no *software ArcGIS*

A linha de costa de 2012 não foi utilizada para o cálculo das taxas de erosão e/ou acreção, porque as linhas de costa 1958, 1970, 1998 e 2010 foram obtidas por uma metodologia completamente diferente da linha de costa de 2012. A linha de costa de 2012 foi usada para validar, de forma geral, se na atualidade existe erosão ou acreção nas zonas que o *DSAS* calculou, bem como para confirmar as taxas de certos segmentos duvidosos no troço em estudo, atualizando os dados de monitorização e ser usada como linha de referência para as projeções empíricas futuras das linhas de costa.

Recorrendo-se às taxas de erosão e/ou acreção e à linha de costa de 2012, projetaram-se as linhas de costa para 2017, 2022, 2027 e 2032. As projeções foram obtidas com recurso à fórmula adotada por Ferreira *et al.* (2006):

$$S_a = S_0 + SER \times a.$$

Onde  $a$  diz respeito ao horizonte temporal que se pretende analisar (neste caso 5, 10, 15 e 20 anos).  $S_a$  representa a posição da linha de costa passado  $a$  anos,  $S_0$  representa a posição da linha de referência (linha de costa de 2012), e  $SER$  a taxa de erosão e/ou acreção da linha de costa.

As projeções não tiveram em conta variáveis de natureza morfodinâmica, climática e antropogénica que condicionam, direta e indiretamente, as características morfológicas. Nos aspetos morfodinâmicos, não se teve em conta a batimetria, o declive médio da face da

praia, a topografia e a granulometria de sedimentos; na vertente climática não foram consideradas, a subida do nível médio das águas do mar, a agitação marítima ou a ocorrência de temporais. Para além destas não foram ainda contabilizadas as variáveis de natureza antropogénica, nomeadamente obras de engenharia costeira, como os molhes e esporões, que alteram a difração e refração das ondas e o estado de conservação das geoformas em continuidade com a alta praia.

As variáveis enunciadas anteriormente são cruciais para se efetuar projeções mais precisas e exatas, mas a inexistência de umas e a desatualização de outras condicionam a sua utilização. É de referir, também, que não se estimaram as projeções para as frentes urbanas, pelo fato de estas estarem protegidas por obras de engenharia costeira.

As projeções foram realizadas a partir da linha de costa de 2012, sendo as taxas multiplicadas pelo número de anos a projetar, que neste caso foram para 5, 10, 15 e 20 anos. Através do *DSAS* obtiveram-se os pontos de intersecção entre os transetos e a linha de costa de 2012, juntamente com as respetivas coordenadas. Obtendo-se essas coordenadas bastou somar as taxas já calculadas (5, 10, 15 e 20 anos) e proceder a uma ligeira rotação dos pontos, devido à costa apresentar uma direção de 14° com o norte geográfico.

Em síntese, numa folha excel obteve-se uma coluna com recuo/avanço representado para o ano de projeção que se quer, uma outra coluna para se fazer a rotação no eixo do x, e outra coluna para a rotação no eixo y, duas outras colunas com as coordenadas já específicas da intersecção da linha de costa de 2012 com os transetos ao longo do troço em estudo (*IntersectX* e *IntersectY*) (Figura 6).

|   | A          | B      | C        | D        | E                  | F                  | G                  | H                  |
|---|------------|--------|----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | transectos | 5 anos | x        | y        | IntersectX         | IntersectY         | Xfinal             | Yfinal             |
| 2 | 2          | -18.25 | 17.7079  | -4.41507 | -44323.46478330000 | 140235.24404900000 | -44305.75688629550 | 140230.82897440500 |
| 3 | 3          | -18.6  | 18.0475  | -4.49975 | -44329.98980610000 | 140185.30398700000 | -44311.94230559130 | 140180.80423974200 |
| 4 | 4          | -19.4  | 18.82374 | -4.69328 | -44330.57366059990 | 140133.84494300000 | -44311.74992351020 | 140129.15165822500 |

Figura 6 - Folha excel representativa do tratamento dos dados para as projeções (para o ano 2017)

O conjunto de dados obtidos (coordenadas x e y final) para cada ano foi introduzido no *ArcGis* e projetadas as linhas para os anos 2017, 2022, 2027 e 2032.

Relativamente à componente social recorreu-se a uma análise documental das políticas, programas, planos e instrumentos de ordenamento e gestão do território aplicados ao levantamento de informação mais relevante, com os problemas prioritários associados ao uso do solo para o troço costeiro em estudo. Para este levantamento foi aplicado um inquérito por entrevista às autarquias locais, pois como defende Quivy & Campenhoudt 2003 *in* Ribeiro 2005, ajuda a melhorar o nosso conhecimento do terreno e pode, ainda, fazer

surgir questões insuspeitas que ajudarão o investigador a alargar o seu horizonte e a colocar o problema de forma mais correta possível.

#### **4. Estrutura da tese**

Para dar cumprimento a uma melhor leitura, o presente documento foi estruturado em quatro capítulos, os quais se decompõem em vários blocos analíticos.

O primeiro capítulo destina-se a introduzir e proceder ao enquadramento do tema, os objetivos e a metodologia utilizada para este estudo.

O segundo capítulo tem como pano de fundo um enquadramento teórico de conceitos imprescindíveis à compreensão deste estudo.

O terceiro capítulo descreve a zona costeira entre as praias de São Pedro de Maceda e São Jacinto, onde no final é colmatada com a apresentação e discussão de resultados da faixa costeira em estudo.

O quarto capítulo aborda o balanço quanto à pertinência da metodologia e das tecnologias utilizadas, assim como, dos resultados obtidos, propondo ainda algumas recomendações a serem desenvolvidas no futuro.

## Capítulo 2

### Enquadramento Teórico

Mas o tempo apagou  
As linhas que no mapa da memória  
A mestra palmatória  
Desenhou.  
Hoje  
Sei apenas gostar  
Duma nesga da terra  
Debruada de mar.

*Miguel Torga (in Pátria)*

## 1. Litorais arenosos

No estudo de litorais arenosos, de modo a facilitar a interação entre os especialistas de diferentes áreas científicas, é fundamental a consideração de aspetos relacionados com a terminologia das morfologias presentes no litoral (Baptista, 2006).

“A ampla proliferação terminológica associada na componente transversal do perfil de praia, no que diz respeito à existência de diversos termos com significado comum, justifica-se, em parte, pelas singularidades que a praia pode apresentar em determinadas situações, contudo na maior parte dos casos tal não se justifica. No caso português seria desejável que, num futuro próximo, fosse feito um esforço no sentido de uma maior uniformização do léxico” (Baptista, 2006). Segundo aquele autor, a apresentação de uma terminologia de um perfil de praia adaptável aos segmentos costeiros em estudo, embora não introduza grandes novidades relativamente ao que já tem sido publicado, ajuda a clarificar ideias sobre o significado físico de cada termo. Em relação a este aspeto destaca-se:

- “A necessidade de se fazer uma clara distinção entre os conceitos de linha de costa e de linha de praia” (Baptista, 2006);
- “A utilidade da linha de costa, quando está presente um cordão dunar frontal como um indicador da dinâmica do meio, suscetível de ser quantificado por uma determinada metodologia de monitorização, na medida em que materializa a tendência evolutiva de um determinado segmento costeiro, em resposta a eventos erosivos, ou de acreção” (Baptista, 2006).

Apresenta-se, de seguida, a terminologia adotada para o amplo domínio que se designa por *litoral*, o qual inclui um perfil de praia típico de verão marítimo com características semelhantes à zona de estudo, particularmente na barreira arenosa de Aveiro (Figura 7) (Baptista, 2006).

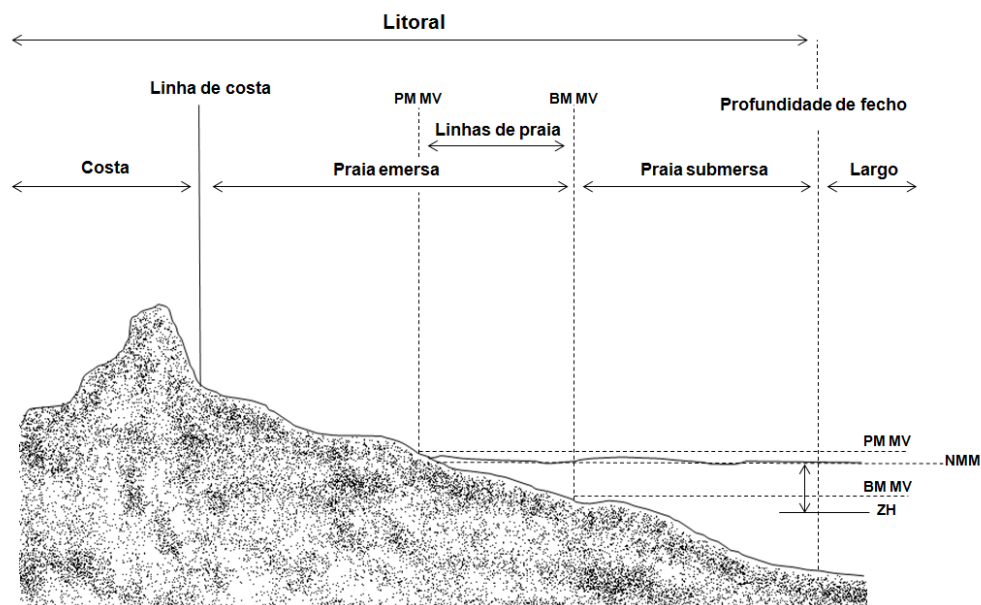


Figura 7 - Perfil transversal de praia adaptado de Baptista (2006). PM MV: Preia Mar de Maré Viva; BM MV: Baixa Mar de Maré Viva; NMM: Nível Médio do Mar; ZH: Zero Hidrográfico

No presente estudo, a *linha de costa* considerada define-se como “o limite de contato entre a costa, materializada por um cordão dunar frontal (=“*foredunes*”) ou arriba/escarpa talhada nas dunas frontais (“*foredune scarp*”), e a praia. Quando o objetivo se prende com a quantificação da evolução da linha de costa pode usar-se a crista ou a base do cordão dunar frontal como referência para essa evolução. Essas referências constituem os *indicadores de linha de costa*. Nos casos em que estão presentes obras de engenharia pesada, o que é atualmente comum no litoral de Aveiro, pode ser designado como *indicador antrópico de linha de costa*” (Baptista, 2006).

Para além do elemento enunciado anteriormente, é necessário referir os tipos de dunas (Figura 8) e o modo como as estruturas antrópicas as podem influenciar.

As dunas são relativamente comuns em climas húmidos e semi-áridos, onde a vegetação exerce a função de estabilizador de areias. De entre os fatores que assumem um papel relevante na formação de dunas, podemos apontar as variações da direção do vento dominante, volume e tamanho de areias, velocidade do vento e condições do nível freático.

As dunas transversais, tipicamente extensas e estreitas, formam cristas retas ou onduladas perpendiculares à direção dominante do vento.

As dunas barcânicas, mostram formas em crescente com os vértices apontados para sotavento, sendo a face de sotavento mais inclinada que a de barlavento.

As dunas parabólicas, com uma forte representatividade na área interna da zona de estudo, resultam da ação de fortes ventos com uma direção predominante, reduzido fornecimento de areia e nível freático relativamente alto, e suportam pequenos tufo de vegetação rasteira. Em sectores onde o cordão dunar frontal ainda se encontra preservado,

as dunas parabólicas encontram-se frequentemente associadas a “*blowouts*” (depressões criadas por erosão eólica) e a morfologias pouco definidas.

As dunas longitudinais caracterizam-se por ser estreitas, longas e paralelas quando associadas, sendo as suas vertentes praticamente simétricas, o que indica uma direção do vento paralela ao eixo de desenvolvimento.

As dunas em estrela, muito raras e ausentes na área de estudo, refletem um fornecimento limitado de areia e constantes alterações na direção do vento.

No troço em estudo ainda existe a ocorrência de dunas embrionárias, isto é, formas em domo pouco expressivas ou exibindo morfologias linguiformes.

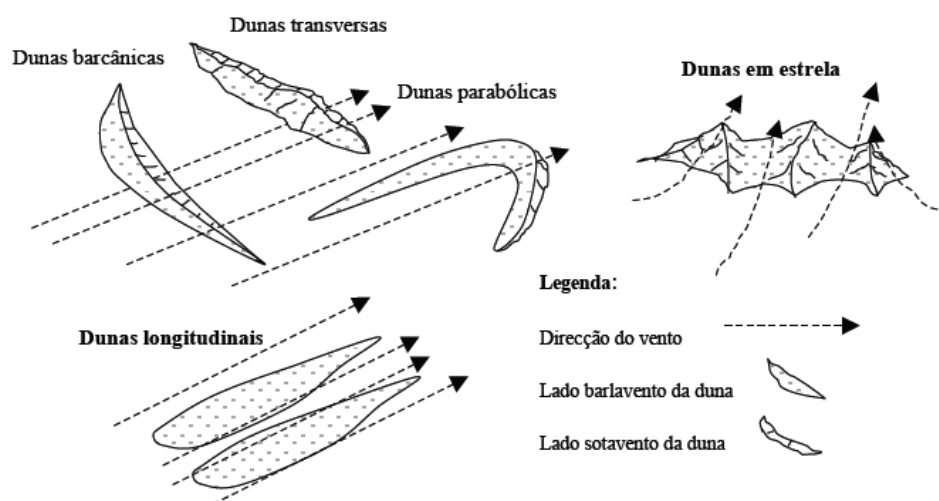


Figura 8 - Principais tipos de dunas (Moura *et al.*, 2010)

## 2. Obras de engenharia costeira

O litoral concentra 75% da população portuguesa que contribuiu com 85% do Produto Interno Bruto nacional. Muitas das obras edificadas ao longo da costa surgiram por razões de comércio, transporte, habitação ou lazer, sendo que outras destacam-se pela sua finalidade, concretamente para a proteção ou estabilização da faixa costeira.

Obras de engenharia costeira, como esporões e quebramares, são projetadas para estabilizar praias arenosas, ao passo que enrocamentos são constituídos para proteger outras estruturas em terra (LNEC, 1977).

De entre as características físicas que maior impacto sofrem com a presença de obras costeiras contam-se as ondas e as correntes e, consequentemente, os padrões de sedimentação nas praias. As alterações, induzidas pelas obras de proteção costeira, de ondas e correntes oceânicas condicionam, seguramente, o transporte sedimentar. Constituem parte integrante dessas alterações, tanto o conteúdo em sedimento na água, como a distribuição espacial da erosão e acreção ao longo da costa, processo que nos

faculta excelentes possibilidades de aplicação de fotografias aéreas em cartografia da linha de costa. Ocorre erosão quando estruturas induzem emagrecimento de prismas arenosos em locais específicos; por outro lado, dá-se acreção se as estruturas absorvem energia ou aprisionam sedimento.

Qualquer estrutura perpendicular à linha de costa e que se estenda pela zona de deriva longitudinal, como é o caso dos esporões e molhes, retém sedimento a barlar e provoca erosão a sotamar (Komar, 1976).

### **3. Governação, estratégias, programas e planos**

São várias as entidades que intervêm nas áreas costeiras no quadro das suas competências específicas, nomeadamente: a Assembleia da República, através das suas competências política e legislativa e de fiscalização dos atos do Governo e da Administração; o Governo, através das suas competências legislativa e administrativa; as Autarquias Locais no exercício das suas funções administrativas e regulamentares; os Tribunais na aplicação da justiça relativamente a conflitos entre interesses públicos e privados, relacionados com a zona costeira.

Os Governos Central e Regionais e as Autarquias Locais são, de entre todos os organismos, os que mais diretamente intervêm no planeamento, ordenamento e gestão das áreas costeiras (Pinho, 2003).

A esta diversidade de entidades associam-se uma grande diversidade de políticas, instrumentos estratégicos, programas e planos que de forma direta ou indireta contribuem para a gestão do litoral. De entre estes destacam-se a Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo (Lei n.º 48/98, de 11 de agosto), que define globalmente os objetivos e princípios desta política e estabelece o conjunto coerente e articulado dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), de âmbito nacional, regional e local, em que ela assenta e que constitui o Sistema de Gestão Territorial (SGT) (MAOTDR, 2006). Define e integra ações promovidas pela Administração Pública, visando assegurar uma adequada organização e utilização do território nacional, na perspetiva da sua valorização, designadamente no espaço europeu, tendo como finalidade o desenvolvimento económico, social e cultural integrado, harmonioso e sustentável do país, das diferentes regiões e aglomerados urbanos.

Os Instrumentos de Gestão Territorial (Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro) têm como objetivos o estabelecimento do regime jurídico de gestão territorial, onde se definem algumas das principais regras sobre o planeamento e ordenamento do território de Portugal. Organiza-se num quadro de interação coordenada, em três âmbitos, nacional, regional e municipal.



A nível nacional reúne o quadro estratégico para o espaço nacional, aplicam-se diretrizes para os desenvolvimentos regional e municipal e compatibilização das diversas políticas setoriais, traduzindo um compromisso recíproco de integração das respetivas opções (instituinto quando necessário os instrumentos de natureza especial).

De entre os documentos listados (Tabela 1), deve-se particularmente evidenciar o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território e a Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira (âmbito nacional). O Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) e a Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC) são instrumentos que visam uma gestão sustentável de todo o território nacional. De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 380/99, o PNPOT: “estabelece as grandes opções com relevância para a organização do território nacional, consubstancia o quadro de referência a considerar na elaboração dos demais instrumentos de gestão territorial (nomeadamente os PROT e os PDM) e constitui um instrumento de cooperação com os demais Estados-membros para a organização do território da União Europeia” (art.º 26º); e “estabelece as opções e as diretrizes relativas à conformação do sistema urbano, das redes, das infraestruturas e equipamentos de interesse nacional, bem como a salvaguarda e valorização das áreas de interesse nacional em termos ambientais, patrimoniais e de desenvolvimento rural” (n.º 1 a, art.º 28º) (MAOTDR, 2006). O PNPOT é um instrumento-chave a nível nacional, pondo em relevo o contributo das políticas de ordenamento do território para que Portugal seja: um espaço sustentável e bem ordenado; uma economia competitiva, integrada e aberta; um território equitativo em termos de desenvolvimento e bem-estar e uma sociedade criativa e com sentido de cidadania.

A Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) procura conciliar as diferentes políticas com o impacto na zona costeira de acordo com o quadro de referência que facilite a ponderação de interesses e a coordenação das intervenções de todos os que são responsáveis e estão envolvidos na utilização, ordenamento, planeamento, gestão e desenvolvimento dessas áreas. A missão da Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC) é garantir a adequada articulação e coordenação das políticas e dos instrumentos que asseguram o desenvolvimento sustentável da zona costeira. A ENGIZC deve garantir a articulação com um conjunto de convenções internacionais e de orientações comunitárias e nacionais que lhe servem de enquadramento.

Tabela 1 - Instrumentos de gestão de governação de âmbito nacional

| <b>Documento</b>   | <b>Ano/Data de Publicação</b>                                      | <b>Conteúdo</b>   |
|--|--|---|
| Quadro de Referência Estratégico Nacional (2007 – 2013)            | Decreto-Lei n.º 287/2007, de 17 de agosto                          | Constitui o enquadramento para a aplicação da política comunitária de coesão económica e social em Portugal no período 2007-2013.   |
| Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável (2015)          | Resolução de Conselho de Ministros n.º 109/2007, de 20 de agosto   | Para o horizonte de 2015, visa nortear o processo de desenvolvimento do País, numa perspetiva de sustentabilidade, em articulação coerente com os demais instrumentos, planos e programas de ação em vigor ou em preparação.  |
| Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade | Resolução do Conselho de Ministros n.º 152/2001, de 11 de outubro  | Instrumento fundamental para a prossecução de uma política integrada num domínio cada vez mais importante da política de ambiente e nuclear para a própria estratégia de desenvolvimento sustentável.   |
| Estratégia Nacional de Gestão Integrada da Zona Costeira           | Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro   | Tem como visão uma zona costeira harmoniosamente desenvolvida e sustentável, baseada numa abordagem sistémica e de valorização dos seus recursos e valores identitários, suportada no conhecimento e gerida segundo um modelo que articula instituições, políticas e instrumentos e assegura a participação dos diferentes atores intervenientes.   |
| Estratégia Nacional para o Mar                                     | Resolução do Conselho de Ministros n.º 163/2006, de 12 de dezembro | Responder aos desafios internacionais e promover os objetivos nacionais neste domínio, permitindo a Portugal fazer valer os seus pontos de vista e tomar a iniciativa em processos internacionais que valorizem a governação do oceano e o desenvolvimento das atividades ligadas ao mar, bem como fomentar a economia, valorizar e preservar o património natural e assumir-se como o país marítimo da Europa. |
| Estratégia Nacional para as Florestas                              | Resolução do Conselho de Ministros n.º 114/2006, de 15 de setembro | Documento de reflexão do setor, pretendendo-se que seja sobretudo o elemento de referência das orientações e planos de ação públicos e privados para o desenvolvimento do sector nas próximas décadas.  |
| Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas          | Resolução do Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril      | Pretende aumentar a consciencialização sobre as alterações climáticas, manter atualizado e disponível o conhecimento científico sobre as alterações climáticas e os seus impactes e, ainda, reforçar as medidas que Portugal terá de adotar, à semelhança da comunidade internacional, com vista ao controlo dos efeitos das alterações climáticas.   |
| Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território         | Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro                          | Assegurar a harmonização dos vários interesses públicos com expressão espacial, tendo em conta as estratégias de desenvolvimento económico e social, bem como a sustentabilidade e a solidariedade intergeracional na ocupação e utilização do território.  |
| Programa Operacional de Valorização do Território (2007 – 2013)    | Decreto-Lei n.º 312/2007, de 17 de setembro                        | Qualificação dos portugueses, valorizando o conhecimento, a ciência, a tecnologia e a inovação, bem como a promoção de níveis elevados e  |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | sustentados de desenvolvimento económico e sociocultural e de qualificação territorial, num quadro de valorização da igualdade de oportunidades e, bem assim, de aumento da eficiência e qualidade das instituições públicas.   |
| Plano Setorial para a Rede Natura 2000                           | Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho | Rede ecológica que tem por objetivo contribuir para assegurar a biodiversidade através da conservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens no território da União Europeia.  |
| Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral (2012 – 2015) | 29 de maio de 2012  | Instrumento determinante para uma política integrada e coordenada para o Litoral, favorecendo a proteção ambiental e a valorização paisagística das zonas costeiras, enquadrando a sustentabilidade e a qualificação das atividades económicas.   |
| Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo                          | Em conclusão  | Plano setorial, que tem como objetivo ordenar os usos e atividades do espaço marítimo, presentes e futuros, em estreita articulação com a gestão da zona costeira, garantindo a utilização sustentável dos recursos, a sua preservação e recuperação, potenciando a utilização eficiente do espaço marinho, no quadro de uma abordagem integrada e intersectorial, e fomentando a importância económica, ambiental e social do mar. |
| Plano Estratégico Nacional para a Pesca (2007 – 2013)            | 29 de dezembro de 2006  | Visar o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida dos profissionais do sector da pesca.   |
| Plano Estratégico Nacional do Turismo                            | 13 de fevereiro de 2007   | Metas e objetivos que permitam ao Turismo, contribuir decisivamente para o bem-estar da população portuguesa, através da geração de riqueza, da criação de postos de trabalho, da capacidade que lhe é inerente de promover a coesão territorial.   |

A nível regional reúne o quadro estratégico para o espaço regional, em estreita articulação com as políticas nacionais, vinculam as entidades públicas e aplicam-se diretrizes para o ordenamento municipal.

Tabela 2 - Instrumentos de gestão de governação de âmbito regional

| Documento   | Ano/Data de Publicação                           | Conteúdo   |
|---|--|--|
| Programa Operacional Regional do Centro (2007 – 2013) – Mais Centro | novembro 2008                                    | Um dos instrumentos necessários para a aplicação da estratégia, onde são enunciadas prioridades que requerem também a intervenção na região centro dos três programas temáticos do QREN (que importa desta o PO Potencial Humano, pela importância estratégica decisiva do fator de desenvolvimento em que incide), bem como de outros instrumentos da União Europeia. |
| Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro               | A aguardar aprovação                             | Estratégias regionais de desenvolvimento territorial, integrando as opções estabelecidas a nível nacional e considerando as estratégias municipais de desenvolvimento local, constituindo o quadro de referência para a elaboração dos planos especiais, intermunicipais e municipais de ordenamento.  |
| Plano Regional de Ordenamento Florestal do Centro Litoral           | Decreto Regulamentar n.º 11/2006, de 21 de julho | Diagnóstico da situação atual na região, com base numa ampla recolha de informação necessária ao planeamento florestal, e efetua uma análise estratégica que permite definir objetivos gerais e específicos.   |
| Plano de Ordenamento da Orla Costeira OMG                           | Em revisão                                       | Ordena os diferentes usos e atividades específicas da orla costeira, classifica as praias e regulamenta o uso balnear, valoriza e qualifica as praias consideradas estratégicas por motivos ambientais e turísticos, enquadra o desenvolvimento das atividades específicas da orla costeira, assegura a defesa e conservação da natureza.                              |

De entre os documentos listados (Tabela 2), deve-se particularmente evidenciar o Plano Regional de Ordenamento do Território do Centro e o Plano de Ordenamento da Orla Costeira OMG.

O Plano Regional de Ordenamento do Território (PROT) é um instrumento de desenvolvimento territorial, de natureza estratégica e que em conjunto com o PNPOT, estabelece diretrizes para o uso do território. Estes planos devem fornecer um quadro de referência estratégico a longo prazo que permita aos municípios estabelecerem as suas opções de desenvolvimento e definirem regras de gestão territorial compatíveis com o modelo da região. Desenvolvem os objetivos do PNPOT e constituem um quadro de referência estratégica ao PDM. No entanto, o PROT tem como principais funções, definir diretrizes para o uso, ocupação e transformação do território, num quadro de opções estratégicas estabelecidas a nível nacional, promover a integração das políticas setoriais e

ambientais no ordenamento e na coordenação de intervenções e orientar a elaboração dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT).

Os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) foram criados com o Decreto-Lei n.º 309/93, de 2 de setembro e classificados como Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT), pelo Decreto-Lei n.º 151/95, de 24 de Junho. Surgem como um instrumento enquadrador que pode conduzir a uma melhoria, valorização e gestão dos recursos presentes no litoral. O POOC visa ordenar os diferentes usos e atividades específicas da orla costeira, classificar as praias e regulamentar o uso balnear, valorizar e qualificar as praias consideradas estratégicas por motivos ambientais e turísticos, enquadrar o desenvolvimento das atividades específicas da orla costeira, assegurar a defesa e conservação da natureza. É constituído por várias plantas síntese que delimitam áreas de intervenção do litoral de Portugal, para efeito de uso e ocupação. Os POOC preocupam-se, especialmente com a proteção e integridade biofísica do espaço, com a valorização dos recursos existentes e a conservação dos valores ambientais e paisagísticos.

A nível municipal reúne o desenvolvimento estratégico do espaço municipal e o regime de uso do solo e respetiva programação.

Tabela 3 - Instrumentos de gestão de governação de âmbito local

| <b>Documento</b>   | <b>Ano/Data de Publicação</b>                                  | <b>Conteúdo</b>  |
|--|--|--|
| Programa Polis Litoral da Ria de Aveiro                          | Decreto-Lei n.º 11/2009, de 12 de janeiro                      | Realização de um conjunto de operações de requalificação e valorização de zonas de risco e de áreas naturais degradadas situadas no litoral.   |
| Plano de Ordenamento da Reserva Natural das Dunas de São Jacinto | Resolução do Conselho de Ministros n.º 76/2005, de 21 de março | Promove a proteção das formações dunares localizadas a norte da freguesia de S. Jacinto, no município de Aveiro, enquanto sistema sensível de elevado valor geomorfológico, florístico e faunístico. |
| Plano Diretor Municipal de Ovar                                  | Em revisão   | Estabelece um conjunto de orientações e parâmetros para uso, ocupação e transformação do solo no município de Ovar.  |
| Plano Diretor Municipal da Murtosa                               | Em revisão   | Estabelece um conjunto de orientações e parâmetros para uso, ocupação e transformação do solo no município da Murtosa.   |
| Plano Diretor Municipal de Aveiro                                | Em revisão   | Estabelece um conjunto de orientações e parâmetros para uso, ocupação e transformação do solo no município de Aveiro.  |

De entre os documentos listados (Tabela 3), deve-se particularmente evidenciar o Plano Diretor Municipal de Ovar, Murtosa e Aveiro.

O Plano Diretor Municipal (PDM) é uma componente do PMOT, ou seja, um documento regulamentador do planeamento e ordenamento do território de um dado município em

Portugal. O PDM é elaborado pela câmara municipal e aprovado pela assembleia municipal. Nesse documento é definida a organização municipal do território, onde se estabelece a referência espacial dos usos e atividades do solo municipal através da definição de classes e categorias relativas ao espaço, identificando as redes urbanas, viária, de transportes e de equipamentos, de captação, os sistemas de telecomunicações, tratamento e abastecimento de água entre outras.

## Capítulo 3

### Faixa Costeira entre S. Pedro de Maceda a S. Jacinto

Insondável problema!... Apavorado  
Recua o pensamento!... E já prostrado  
E estúpido á força de fadiga,

Fito inconsciente as sombras visionárias,  
Enquanto pelas praias solitárias  
Ecoa, ó mar, a tua voz antiga.

*Antero de Quental (in Sonetos)*

## 1. Estudos anteriores

Neste capítulo faz-se uma breve análise de trabalhos prévios, realizados na zona de estudo, referentes à evolução do litoral, planeamento e, ordenamento, gestão e proteção da faixa litoral.

As técnicas de geodesia clássica têm sido aplicadas, desde há várias décadas, em estudos da morfologia da praia emersa, fornecendo informações de base úteis para a sua caracterização, assim como para o estudo da variação da linha de costa. As limitações desta técnica estão relacionadas com a morosidade do processo de levantamento dos dados, tornando-se evidente quando se trata de estudar segmentos de praia emersa com vários quilómetros de extensão. Nestes casos, perante a dificuldade em monitorizar toda a área de estudo, selecionam-se locais regularmente espaçados, que se assumem como representativos de toda a área.

Diversos trabalhos a nível nacional têm recorrido à fotografia aérea, para estudos de evolução e recuo da linha de costa. De salientar para a costa ocidental, entre Espinho e o Cabo Mondego, os trabalhos de Ângelo (1991), Ferreira (1993), Reis (2000) e Caetano (2002); nas Tabelas 4 e 5 encontram-se os dados relativos ao troço em estudo.

Tabela 4 - Taxas médias de erosão (m/ano) propostas por Ângelo (1991)

|                      | <b>Ângelo (1991)</b> |             |             |             |
|----------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Setores</b>       | 1870 - 1947          | 1947 - 1954 | 1954 - 1984 | 1984 - 1990 |
| Maceda               | - 3.6                | - 3.6       | - 3.6       |             |
| Furadouro            |                      |             | - 2.8       | - 8.0       |
| Maceda - Furadouro   |                      | - 3.6       | - 2.8       | - 3.0       |
| Furadouro - Torreira |                      |             |             | - 4.0       |

Tabela 5 - Taxas médias de erosão (m/ano) propostas por Ferreira (1993) e Reis (2000)

|                               | <b>Ferreira (1993)</b> |             |             | <b>Reis (2000)</b> |
|-------------------------------|------------------------|-------------|-------------|--------------------|
| <b>Setores</b>                | 1947 - 1958            | 1958 - 1970 | 1970 - 1980 | 1973 - 1999        |
| Maceda - Furadouro            | - 0.6                  | - 2.1       | - 2.1       | - 4.8              |
| Furadouro – Torrão do Lameiro |                        |             |             | - 2.5              |
| Furadouro - Torreira          | - 0.6                  | - 2.1       | - 2.1       |                    |

Para a elaboração do presente trabalho foi essencial, o estudo feito pelo Caetano (2002) na obtenção das linhas de costa de 1958, 1970 e 1998, assim como a caracterização de certos segmentos costeiros.

Os recuos/avanços médios da linha de costa propostos por este autor estão indicados na Tabela 6.



Tabela 6 - Recuos/Avanços médios da linha de costa (m) propostos por Caetano (2002). Valores negativos – recuos; Valores positivos – avanços

|               | Caetano (2002)       |
|---------------|----------------------|
| <b>Praias</b> | 1958 - 1998          |
| Furadouro     | - 75.6 (- 1.9 m/ano) |
| Torreira      | + 23.2 (+0,6 m/ano)  |
| S. Jacinto    | + 29.7 (+0,75 m/ano) |

Os recuos médios da linha de costa propostos por Baptista (2006) estão indicados na Tabela 7.

Tabela 7 - Recuos médios da linha de costa (m) propostos por Baptista (2006)

|                               | Baptista (2006) |
|-------------------------------|-----------------|
| <b>Setores</b>                | 2000 - 2001     |
| Maceda – Furadouro            | - 8.6           |
| Furadouro – Torrão do Lameiro | - 10.5          |

As taxas de erosão/acreção indicadas pela equipa técnica do POOC OMG (2012) estão indicados na Tabela 8, assim como as de estudos feitos pelo Sener (2011) e pelo Eurosion (2006) e, também apresentados, no referido relatório do POOC.

Tabela 8 - Taxas médias de erosão/acreção (m/ano) propostas no POOC OMG (2012).Valores negativos – erosão; Valores positivos – acreção

|                       | POOC OMG (2012) | Sener (2011) |             | Eurosion (2006) |
|-----------------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------|
| <b>Setores</b>        | 2006 - 2010     | 1996 - 2007  | 2008 - 2010 | 1980 - 1990     |
| Maceda                |                 | - 5          | - 12.5      |                 |
| Furadouro             |                 |              |             | - 8             |
| Maceda - Furadouro    | - 5.3           |              |             |                 |
| Furadouro – Torreira  | - 0.6           |              |             |                 |
| Torreira – S. Jacinto | + 6             |              |             |                 |

Relativamente ao setor costeiro de Maceda, onde as taxas de erosão nas últimas décadas são preocupantes, devido à perda de património natural, existe ainda a preocupação a longo prazo da lixeira selada de Maceda, onde a linha de costa tem progredido cada vez mais em direção a esta. O estudo de Ramalho e Ferreira (1991) demonstrou as contaminações nas águas subterrâneas adjacentes a esta lixeira (Anexo 2); devido ao estudo de 1991 realizou-se em 1998 a selagem da lixeira (Ramalho *et al.*, 1998).

Ramos (2011) estudou medidas possíveis de proteção para a frente urbana do Furadouro e da Torreira. Segundo Ramos (2011), o Furadouro é merecedor de um maior destaque devido à erosão acentuada e aos galgamentos oceânicos que têm ocorrido nos últimos anos. Ele propõe um campo de quebramares destacados a norte e a sul do esporão norte

do Furadouro, assim como o prolongamento das extremidades dos esporões na direção aproximada para sudoeste. Quanto à Torreira não considera um caso prioritário, uma vez que não se verifica erosão acentuada, logo não acha necessária a intervenção indicada no Plano de Ação do Litoral 2007 – 2013 em prolongar o esporão da Torreira em cerca de 130 m.

A equipa técnica do POOC OMG (2012) propõe 3 tipos de cenários para defender a zona costeira ao longo do período entre 2012 a 2022. O cenário 1 corresponde apenas a intervenções de emergência quando necessárias. O cenário 2 corresponde à reabilitação e manutenção das estruturas de defesa existentes, aumento da cota de coroamento das obras aderentes do Furadouro e reforço do cordão dunar entre o Furadouro e a Torreira, prolongamento das obras aderentes (Furadouro norte) (Anexo 5, Estampa 3, Foto 8) e construção em área piloto de obras de defesa submersa (Maceda). O cenário 3 corresponde ao aumento da cota de coroamento das obras aderentes (obra aderente mais a sul do Furadouro) (Anexo 5, Estampa 5, Foto 15), alimentação de praias (a norte de Maceda e a norte do esporão norte do Furadouro) (Anexo 5, Estampas 1 e 3, Fotos 1 a 3 e 7 a 9), reabilitação e manutenção das estruturas de defesa existentes (esporão da Torreira) (Anexo 5, Estampa 7, Foto 19), construção de quebramares destacados (entre o esporões norte e sul do Furadouro) (Anexo 5, Estampa 4, Fotos 10 e 11) e reforço do cordão dunar entre o Furadouro e a Torreira. É de salientar o investimento global para o troço entre as praias de Esmoriz e Muranzel (Torreira) e para cada cenário. Está previsto que é necessário 1.6 milhões de euros para o cenário 1, 11.3 milhões de euros para o cenário 2 e 34.9 milhões de euros para o cenário 3. O investimento feito entre 2000 e 2011 foi de 8.2 milhões de euros.

Muitos dos estudos referidos encontram-se de forma sistematizada na Tabela 9, para além de outros que contribuíram para uma abordagem mais detalhada do presente estudo.

Tabela 9 - Breve resumo de estudos anteriores

| Assunto             | Ano  | Autor                           | Título  | Assunto Tratado  |
|---------------------|------|---------------------------------|---|--|
| Evolução do Litoral | 1990 | Dias, J. M. A.                  | A evolução actual do litoral português  | Principais fatores condicionantes do recuo da linha de costa.  |
|                     | 1991 | Ângelo, C.                      | Taxas de variação do litoral oeste: uma avaliação temporal e espacial   | Evolução da linha de costa com recurso a fotografia aérea.   |
|                     | 1992 | Carvalho, G. S. & Granja, H. M. | A subida do nível do mar demonstrada através da evolução geomorfológica da zona costeira entre Furadouro e Espinho                      | Fatores naturais responsáveis pela erosão costeira.  |
|                     | 1993 | Ferreira, Ó.                    | Caracterização dos principais factores condicionantes do balanço sedimentar e da evolução da linha de costa entre Aveiro e Cabo Mondego | Evolução da linha de costa com recurso à técnica de geodesia clássica e caracterização morfodinâmica.  |
|                     | 1993 | Veloso Gomes, F.                | Evolução costeira – factores que potenciam e explicam a aceleração das faixas de erosão na costa portuguesa                             | Fatores naturais e antrópicos responsáveis pela erosão costeira.   |
|                     | 1995 | Vidinha, J.                     | Caracterização morfológica e textural do litoral entre Espinho e o Cabo Mondego (Portugal)  | Caraterização geológica e geomorfológica (condicionantes naturais).  |
|                     | 1997 | Lopes, M.                       | Monitorização a curto prazo da praia de Maceda  | Caraterização morfodinâmica da praia de Maceda.  |
|                     | 2000 | Reis, A.                        | Avaliação da erosão costeira entre as praias de S. Pedro de Maceda e do Torrão do Lameiro (Ovar)  | Evolução da linha de costa através do recurso da técnica de geodesia clássica. Caraterização de fatores condicionantes do recuo da linha de costa. |
|                     | 2002 | Caetano, P.                     | Análise   | Evolução da linha de costa   |

Planeamento, Ordenamento, Gestão e Proteção da Faixa Litoral

|      |                                      |   |  |
|------|--------------------------------------|---|--|
|      |                                      | fotointerpretativa da evolução da linha de costa e morfologias dunares entre Furadouro e praia de Mira          | através do recurso da técnica aerofotogramétrica.  |
| 2006 | Baptista, P.                         | O Sistema de Posicionamento Global aplicado ao estudo de Litorais Arenosos                                      | Evolução da linha de costa com recurso ao GPS, adaptado a um veículo motorizado (geodesia espacial). |
| 1991 | Ramalho, E. & Ferreira, P.           | Estudo das contaminações provocadas pela lixeira de Maceda nas águas subterrâneas                               | Monitorização da lixeira de Maceda (atualmente selada).  |
| 1997 | Silva, M.                            | Avaliação de áreas de risco entre Espinho e o Furadouro   | Avaliação de áreas de risco e caracterização hidrodinâmica.  |
| 1997 | Veloso Gomes, F. & Taveira Pinto, F. | A opção “Protecção” para a costa oeste portuguesa   | Caraterização de riscos, problemas e especificidades nas zonas costeiras                             |
| 1998 | Ramalho <i>et al.</i>                | Diagnóstico e recuperação ambiental da zona envolvente da lixeira de Maceda (Ovar)                              | Procedimento da selagem da lixeira de Maceda   |
| 2011 | Ramos, T.                            | Estudo de reabilitação de estruturas de defesa costeira. Casos de estudo do Mindelo, Norte Furadouro e Torreira | Reabilitação de estruturas de defesa costeira para frentes urbanas da costa oeste portuguesa.        |
| 2012 | Equipa Técnica do POOC               | Cenários de defesa costeira. Troço 1: Praia de Esmoriz – São Jacinto  | Relatório de suporte à reunião técnica de trabalho (Ovar).   |

## 2. Zona de estudo

A área de estudo, com cerca de 32 quilómetros de extensão, está localizada a norte da entrada da laguna de Aveiro, situada na costa noroeste de Portugal. O troço objeto de análise localiza-se entre o esporão que separa as praias de Cortegaça e de São Pedro de Maceda e o molhe norte do porto de Aveiro (praia de S. Jacinto) (Figura 9), constituído por uma barreira arenosa, em média, com cerca de 2000 m de largura.

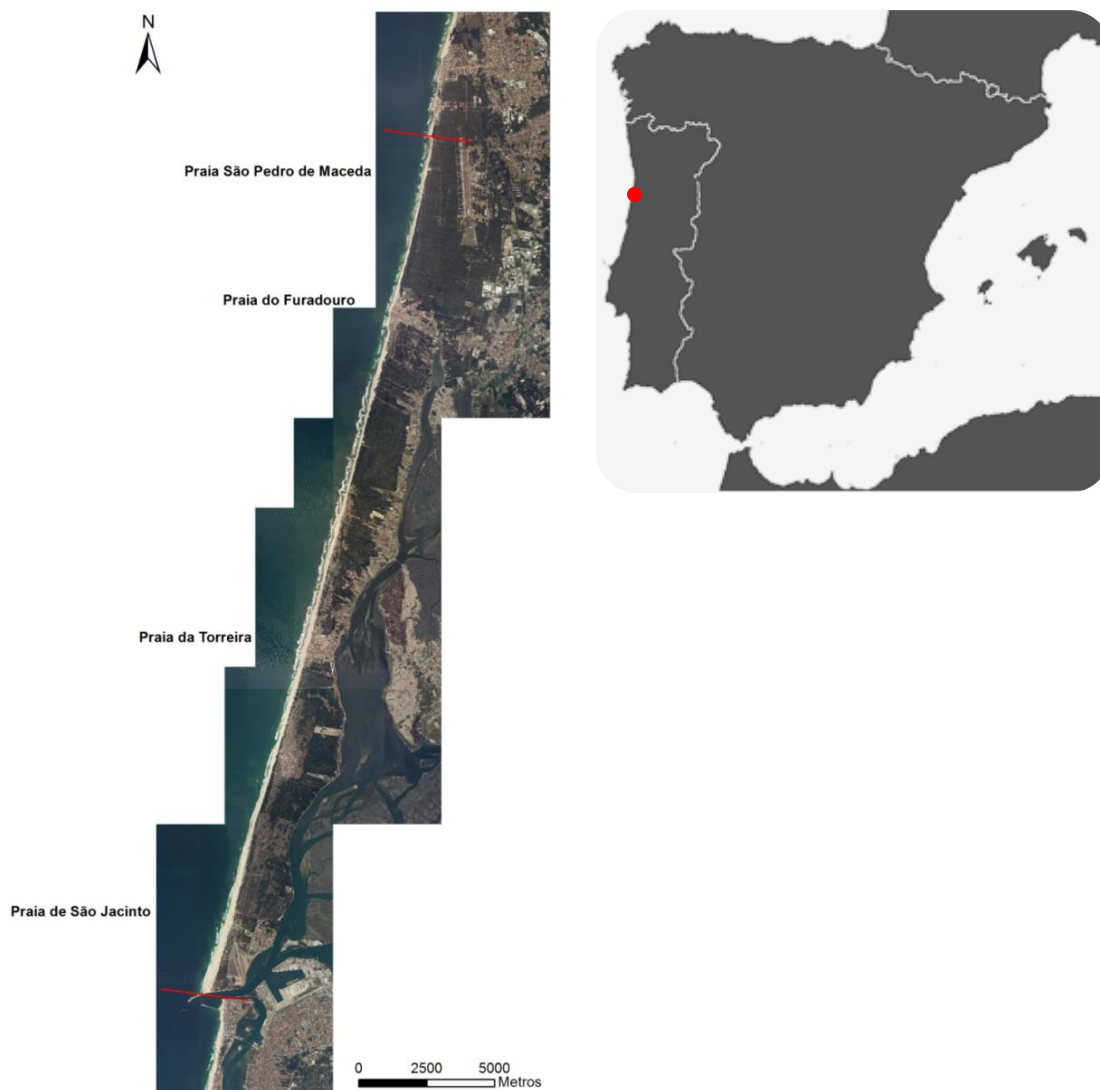


Figura 9 - Localização da zona de estudo (as linhas a vermelho marcam os limites do troço)

Esta zona abrange os municípios de Ovar, Murtosa e Aveiro (Figura 10a). Do concelho de Ovar as freguesias com zona costeira são: Cortegaça, Maceda, Arada e Ovar; do concelho da Murtosa a Torreira e do concelho de Aveiro, S. Jacinto (Figura 10b).

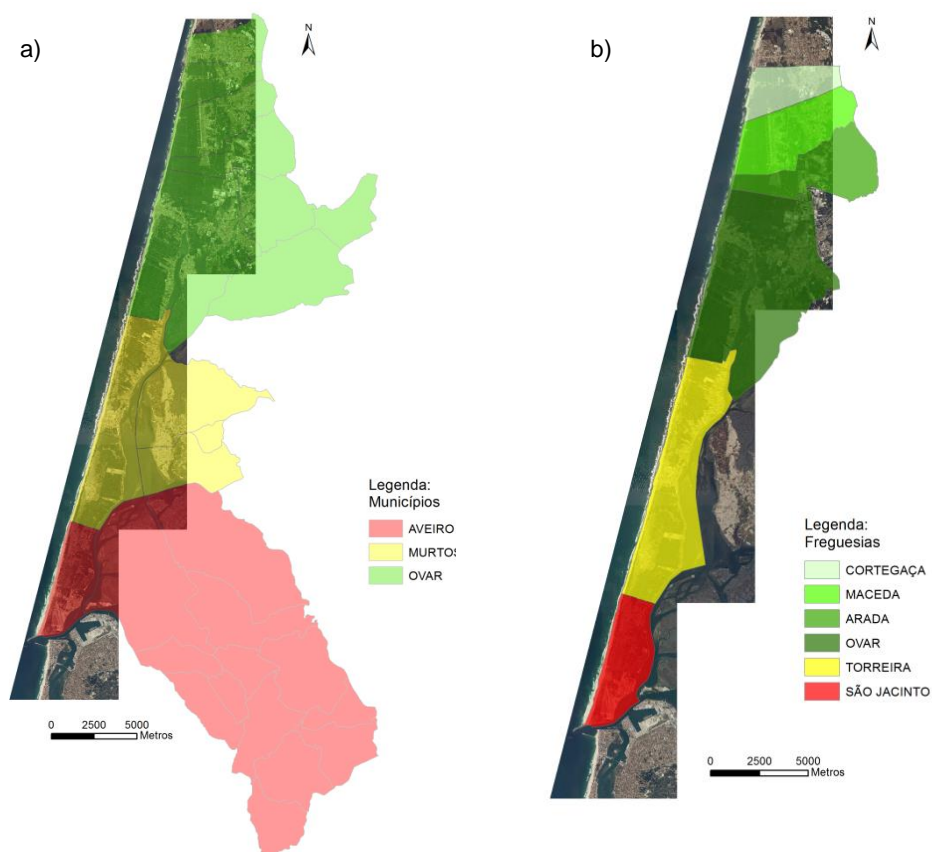


Figura 10 - Municípios e freguesias abrangidos pela área de estudo. a) Municípios; b) Freguesias

O troço é constituído na sua totalidade por praias arenosas contínuas, apenas interrompidas por obras de defesa costeira. “Este segmento é morfologicamente caracterizado por uma barreira arenosa, que se estende de NNE – SSW, e tem sofrido grandes alterações geomorfológicas nas últimas décadas, em particular, as relacionadas com o recuo da linha de costa e processos de erosão associados. A costa está exposta a elevadas condições energéticas, sendo a predominância da direção das frentes de onda de WNW – NNW. A altura significativa média ( $H_s$ ) durante os meses de verão (abril a setembro) é entre 1 – 3 m, com um período associado inferior a 10 s. Entre outubro e março (meses de inverno), a altura da onda aumenta ( $H_s > 2$  m), com tempestades frequentes, definidas pelo  $H_s$  superior a 5 m (muitas vezes superior a 7 m), e períodos de onda na ordem dos 13 s, mas por vezes chegando aos 18 s. A maré é semidiurna e regular. Em média, a altura da maré em condições de maré viva é de 2.8 m e em condições de maré morta é de 1.2 m” (Baptista & Bernardes, 2009).

Os assuntos relacionados com a caracterização da evolução da linha de costa e a quantificação das taxas de erosão ou acreção são essenciais para melhorar o atual conhecimento da variabilidade presente neste setor costeiro. O conhecimento adquirido neste tipo de análise poderá ser considerado como uma ferramenta de apoio junto dos agentes, responsáveis pela gestão do litoral e dos decisores políticos, na medida em que

fornece indicações cruciais sobre os diversos condicionantes que afetam estes setores, inclusivamente antrópicas.

### **2.1. Caraterização geológica e geomorfológica**

O troço litoral balizado entre Maceda e S. Jacinto corresponde, de uma forma geral, a uma zona aplanada e de baixa cota, de elevada uniformidade topográfica, que se estende de Espinho até próximo da Nazaré (Caetano, 2002).

Toda a extensão da área costeira em estudo apresenta-se como praia arenosa afetada por obras de engenharia de proteção costeira. Na área de estudo em causa é importante perceber a importância que aqui assume a laguna de Aveiro. Comunicando, na atualidade, com o oceano por intermédio de um canal artificial, a laguna encontra-se largamente ocupada por estruturas resultantes de atividades antrópicas. À luz desta evidência, cedo se adivinham as profundas modificações que a morfologia natural deste sistema sedimentar tem sofrido.

A natureza dos sedimentos é fundamentalmente siliciclástica, como resultado da composição dos solos que revestem as bacias de drenagem dos vários cursos de água que afluem à laguna (Gomes & Delgado, 1991 *in* Caetano, 2002). A barreira arenosa é essencialmente constituída por um campo dunar recente.

Integrada na problemática da erosão verificada nas últimas décadas, importa registar a ocorrência de galgamentos oceânicos (Ferreira, 1993), bem como o desaparecimento do cordão dunar frontal em alguns setores da costa. Cumpre, segundo este autor, fazer ainda referência à presença de corredores eólicos provocados pelo pisoteio das pessoas no acesso à praia, pelo que localmente a cota dunar assume valores inferiores aos envolventes.

### **2.2. Caraterização climática**

O clima da costa portuguesa é profundamente determinado pelo vetor de posicionamento geográfico, sendo de realçar que é uma zona de convergências de massas de ar polares e tropicais, marcada pelo sistema de altas pressões dos Açores, responsável pelos ventos de NNW que, com regularidade, se fazem sentir (Reis, 2000).

A costa noroeste de Portugal é varrida por ventos que apresentam um regime típico das regiões costeiras de latitudes médias situadas nas margens oceânicas orientais; neste contexto, salienta-se que o posicionamento do anticiclone dos Açores se reveste de carácter fundamental, uma vez que é ação da sua crista que nos proporciona invernos amenos (Teixeira, 1994).

Nos meses de Verão, a costa ocidental portuguesa é alvo da ação conjunta de um centro de altas pressões situado sobre os Açores (anticiclone dos Açores) e de uma depressão

térmica com origem no interior da Península Ibérica, que, no entanto, por si só, não imprimem alterações atmosféricas significativas. Já o mesmo não se poderá dizer se estes se associarem à brisa marítima que sopra durante a tarde de W ou NW; tal acontecendo, assistimos a um aumento significativo da velocidade do vento, à predominância do rumo NNW, consequência direta do efeito de Coriolis (Ferreira, 1993). Perante o senso comum, apelidado de nortada, este vento, na área de estudo, assume a sua maior expressão no mês de Julho (IH, 1990).

No período da noite, soprando com uma intensidade menor, a brisa sopra de E ou SE, sendo, neste caso, denominada brisa terrestre (Pires, 1986 *in* Teixeira, 1994).

Nos meses de Inverno, as tempestades, associadas a superfícies frontais, produzidas por centros de baixas pressões originados no norte do Atlântico, perto da Islândia, provocam alterações nos rumos dos ventos. A dominância passa, então, a ser de SW, que, no caso de depressões muito cavadas, pode atingir intensidades elevadas em curtos períodos de tempo.

Uma leitura de registos mensais de intensidade de ventos permite-nos concluir que é no verão, concretamente nos meses de julho, agosto e setembro, que as intensidades dos ventos são menores; pelo contrário, é nos meses de inverno (dezembro, janeiro e fevereiro) que se observam os valores mais elevados (IH, 1990).

Fenómenos de afloramento costeiro (*“upwelling”*) podem ocorrer em consequência da angularidade entre o rumo dos ventos dominantes e a direção da linha de costa. De fato, fluidos em movimento sofrem um desvio para a direita no hemisfério norte e, para a esquerda, no hemisfério sul (efeito de Coriolis) (Thurman & Trujillo, 1999 *in* Caetano, 2002). Este fenómeno constitui-se como um importante condicionador do clima ao longo da costa oeste portuguesa (IH, 1990).

Ao exposto, acrescenta-se que a temperatura e a humidade relativa do ar, embora menos determinantes na indução de alterações costeiras, exercem também alguma influência nessas modificações ao limitarem o transporte eólico e a distribuição das espécies vivas. As temperaturas amenas e as baixas amplitudes térmicas anuais médias não se prefiguram como fatores capazes de exercer influência significativa no desmantelamento dos solos, isto porque o manto vegetal que cobre a zona os protege e, desta forma, minimiza as escorrências.

Passando a uma análise de pressão atmosférica na costa portuguesa, registamos um valor médio relativamente elevado – cerca de 1018 hPa –, sendo no Inverno que as maiores amplitudes, rondam valores balizados entre os 980 hPa e 1030 hPa (IH, 1990). Saliente-se que a altura da água varia em função da pressão atmosférica: tendo como referência 1013 hPa, adicionam-se 10 cm à altura da água a cada 10 hPa a menos ou, por oposição, subtraem-se 10 cm a cada 10 hPa a mais.



O troço em estudo pauta-se por um clima de características mediterrânicas que detém um papel crucial na evolução da linha de costa, exercendo um controlo apertado sobre os processos morfogenéticos responsáveis pelos processos de erosão, transporte e sedimentação (Dias, 1987 *in* Caetano 2002).

### **2.3. Caraterização hidrodinâmica**

Ao abordar a hidrodinâmica da área de estudo, impõe-se, desde logo, clarificar alguns aspetos relativos às correntes oceânicas.

Uma proposta de compreensão do fenómeno de transporte sedimentar para a praia por parte das correntes na zona de estudo aponta no sentido de atribuir às correntes produzidas pelas marés um papel essencial (Bettencourt & Ângelo, 1992 *in* Caetano, 2002). A posição geográfica de Portugal Continental face ao Atlântico permite-lhe experimentar a influência das correntes superficiais vindas do norte responsáveis pelo transporte de sedimentos (Abrantes, 1994).

Durante o verão, a realidade em estudo pauta-se por correntes superficiais predominantemente de norte, desencadeadas por ventos locais (Gomes, 1993 *in* Caetano, 2002) que apresentam velocidades rondando os 0.26 m/s; já no inverno, perante ventos fortes de S ou de SW registam-se correntes com direção N-S que podem alcançar velocidades de cerca 0.4 m/s (Reis, 2000).

A propósito dos fenómenos a que a faixa portuguesa se encontra sujeita, importa relembrar o ressurgimento (“*upwelling*”) das águas frias provenientes de profundidades entre os 60 e os 100 m e que se observa fundamentalmente no verão.

Determinadas pelo relevo existente, as correntes de águas profundas apresentam velocidades médias baixas, com valores entre 0.03 a 0.1 m/s; se falarmos em profundidades entre os 4200 e os 4700 m, as velocidades destas correntes não ultrapassam os 0.15 m/s (IH, 1990).

No tocante às marés, assinala-se alguns aspetos essenciais: têm uma regularidade semi-diurna; a onda da maré evolui de sul para norte na costa ocidental, partindo do ponto anfidrómico da Madeira, e o ciclo de maré ronda as 12h 30 minutos (Ferreira, 1993).

A onda de maré é mesomareal (Pinto, 1993), com amplitude máxima de 3.8 m.

Segundo registos do marégrafo de Aveiro, as alturas de maré estão compreendidas entre os 0.4 m e 3.6 m, respetivamente, em marés mortas e marés vivas; o nível médio de maré é de + 2 m do ZH (IH, 1990).

A forte ondulação é patente na altura das ondas, em que 85 % do ano são superiores a 1 metro e 5 % superiores a 4 metros (IH, 1990). A ação conjunta de centros de baixas pressões, situado a noroeste da Europa, e das superfícies frontais frias (frentes polares) determina não só a altura e direção das ondas da costa portuguesa (Ribeiro *et al.*, 1987 *in*

Caetano, 2002), mas também o regime de chuvas, com o qual as primeiras se apresentam claramente relacionadas.

### **3. Uso do solo e obras de engenharia costeira**

Entre outubro de 2002 e fevereiro de 2005, teve lugar a atualização decenal da cartografia Corine Land Cover (CLC) para Portugal continental (Paíño *et al.*, 2006).

O CLC 2006 refere-se à produção de cartografia de ocupação/uso do solo para o território de Portugal continental, com base em imagens satélite do ano 2006, e surge na sequência das iniciativas anteriores no âmbito do programa CORINE Land Cover. O seu objetivo é o de atualizar a carta CLC 2000, identificando as alterações ocorridas entre 2000 e 2006. A carta produzida tem formato vetorial, uma escala de 1:100000 e UMC de 25 ha (Caetano *et al.*, 2006).

Os produtos Corine Land Cover (CLC) utilizam uma nomenclatura hierárquica, organizada em 3 níveis. O nível 1 apresenta 5 classes, o nível 2 apresenta 15 classes e o nível 3 apresenta um maior detalhe sendo apresentado em 44 classes (Bossard *et al.*, 2000).

O uso do solo existente na barreira arenosa, na área em estudo, apresenta 10 classes das 44 classes existentes no nível 3 do CLC 2006 (Figura 11).

A norte do troço costeiro existe a base aérea de Maceda e a sul a base de S. Jacinto. As frentes urbanas do Furadouro e da Torreira encontram-se sobre o cordão dunar frontal, já a mancha urbana de S. Jacinto encontra-se na zona interdunar e mais afastada da frente oceânica.

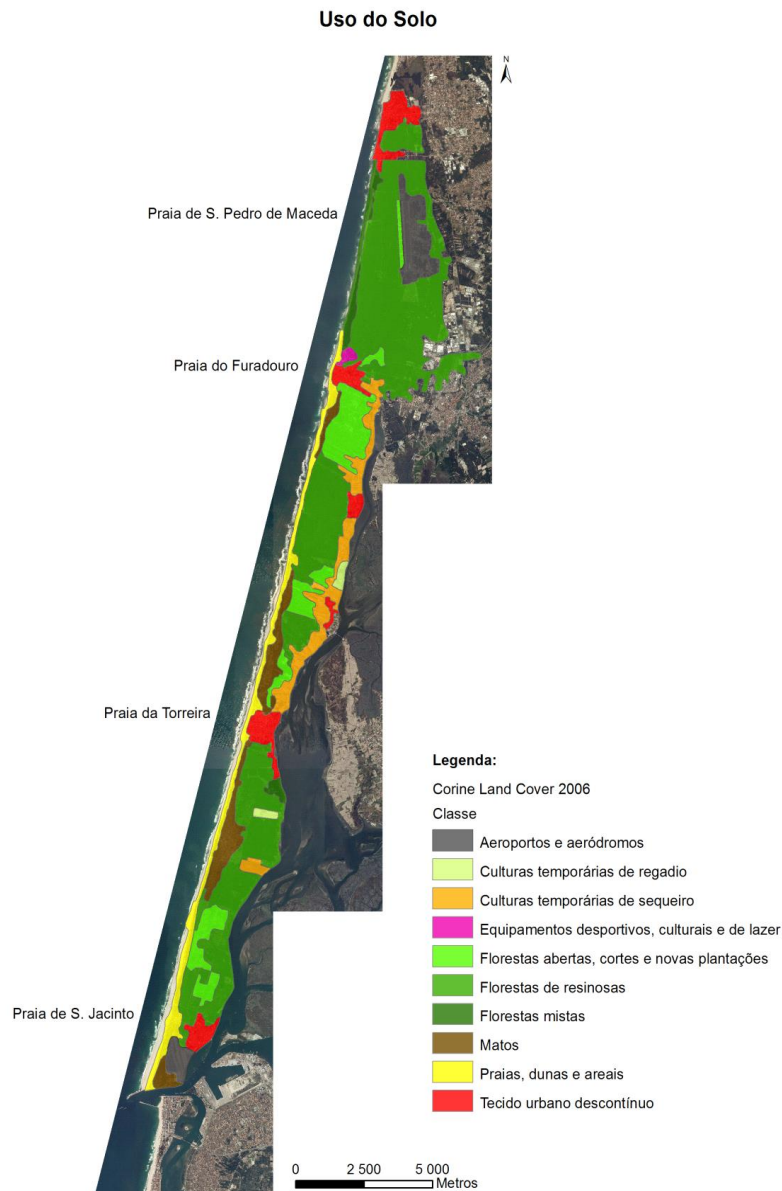


Figura 11 - Uso do solo para o trecho costeiro em estudo (Caetano *et al.*, 2006)

Na zona de Maceda não se observa a classe “Praias, dunas e areais”, apenas se visualiza na primeira faixa terrestre “Florestas mistas”, com aproximadamente 157 ha (Figura 11), isto significa que em 2006, esta zona já apresentava uma escarpa de erosão talhada no sistema dunar outrora interno.

Da praia do Furadouro à praia de S. Jacinto existe uma extensa área da classe “Praia, dunas e areais”, com cerca de 570 ha (Figura 11).

A norte do tecido urbano do Furadouro localiza-se um parque de campismo e a sul matos. Tanto a norte como a sul do tecido urbano da Torreira localizam-se matos. O tecido urbano de S. Jacinto encontra-se protegido da frente oceânica por florestas de resinosas, ao contrário do que acontece na frente urbana do Furadouro e da Torreira. Já a área do

aeródromo de S. Jacinto, também, não se encontra protegido da frente oceânica por florestas de resinosas (Figura 11).

O esporão de Maceda construído em 1989 possui cerca de 200 m de extensão (Figura 12a) (Anexo 5, Estampa 1, Foto 2).

Na zona da lixeira selada de Maceda, localizada a sul da praia de Maceda (Figura 12b), existem dois aquíferos distintos separados por uma camada de lodo aparentemente continua em toda a área adjacente; o aquífero superior é do tipo livre e o inferior é um aquífero semi-confinado (Ramalho & Ferreira, 1991). Na Figura 12b pode-se visualizar a delimitação da lixeira e os piezómetros colocados por aqueles autores, para avaliar a contaminação nos aquíferos provocados pela drenagem da lixeira. Aproximadamente desde 1980 até 1998 (quando se deu a selagem), algumas das empresas que fizeram descargas nesta lixeira foram a Toyota (automóveis), a Philips (material eletrónico) e a Volvo (automóveis).

A mancha urbana do Furadouro tem aumentado de forma significativa ao longo das últimas décadas (Figura 13a). Os esporões construídos em 1972/73, ambos com cerca de 140 m são espaçados aproximadamente por 530 m (Anexo 5, Estampas 3 e 5, Fotos 8 e 14). Estes esporões e os enrocamentos a eles associados protegem a frente urbana, estando projetado um parque de estacionamento condicionado a sul da mancha urbana (Figura 13a).

A praia do Torrão do Lameiro encontra-se aproximadamente a 4 quilómetros a sul do Furadouro, sendo uma praia dominada pela pesca tradicional e de usufruto balnear (Figura 13b) (Anexo 5, Estampa 6, Fotos 15 a 17).

A mancha urbana da Torreira tem aumentado, embora de forma não tão acentuada como a do Furadouro, no entanto entre 1970 e 1998 foi o período onde houve um aumento significativo (Figura 14a). O esporão da Torreira foi construído em 1980/81 (Anexo 5, Estampa 7, Foto 20).

Em S. Jacinto apenas se tem dados da mancha urbana de 1998 e 2010, e a Figura 14b mostra que não houve um acréscimo notável da mancha urbana, o exutor submarino de S. Jacinto e a área de construção do Carsurf (centro de alto rendimento de surf).

O molhe norte do porto de Aveiro desde 1958 a 2010, aumentou em cerca de 560 m de comprimento (Figura 15) (Anexo 5, Estampa 10, Fotos 26 a 28). Atualmente decorre o prolongamento em mais 200 m de extensão.

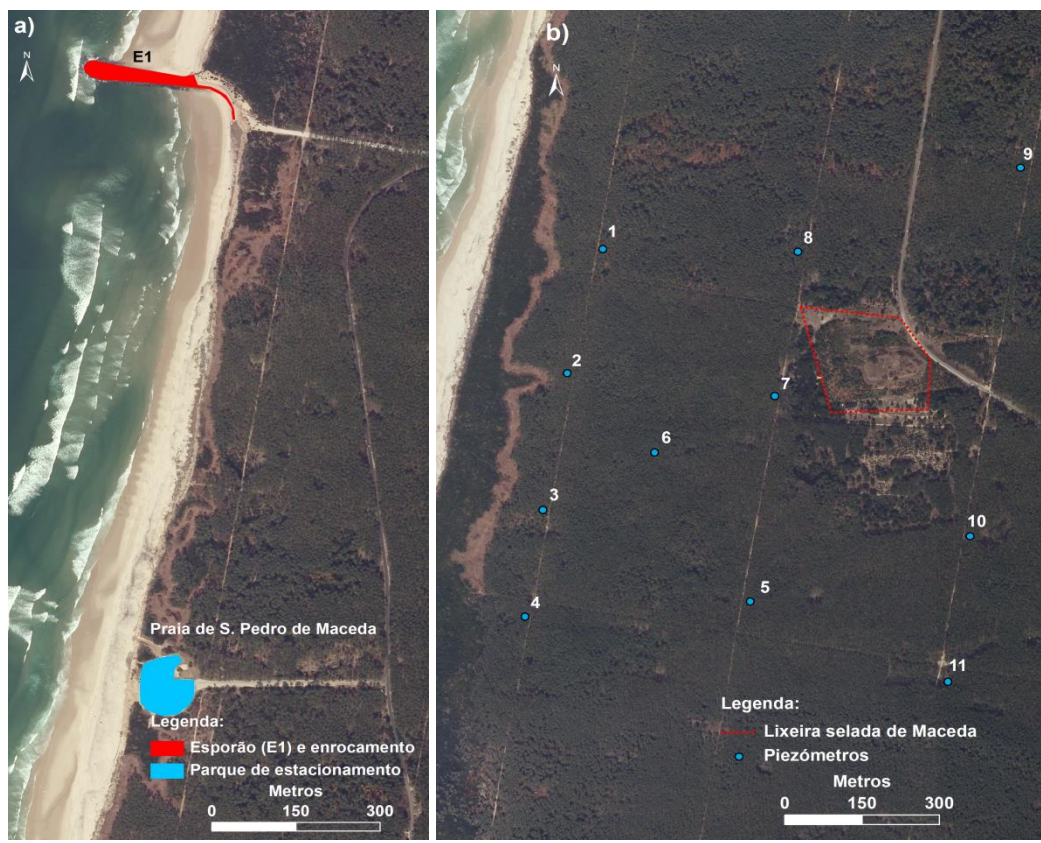


Figura 12 - Zona de Maceda. a) Esporão de Maceda e a praia de S. Pedro de Maceda; b) Zona da lixeira selada de Maceda com os piezómetros utilizados em 1991 por Ramalho e Ferreira para análises às águas subterrâneas

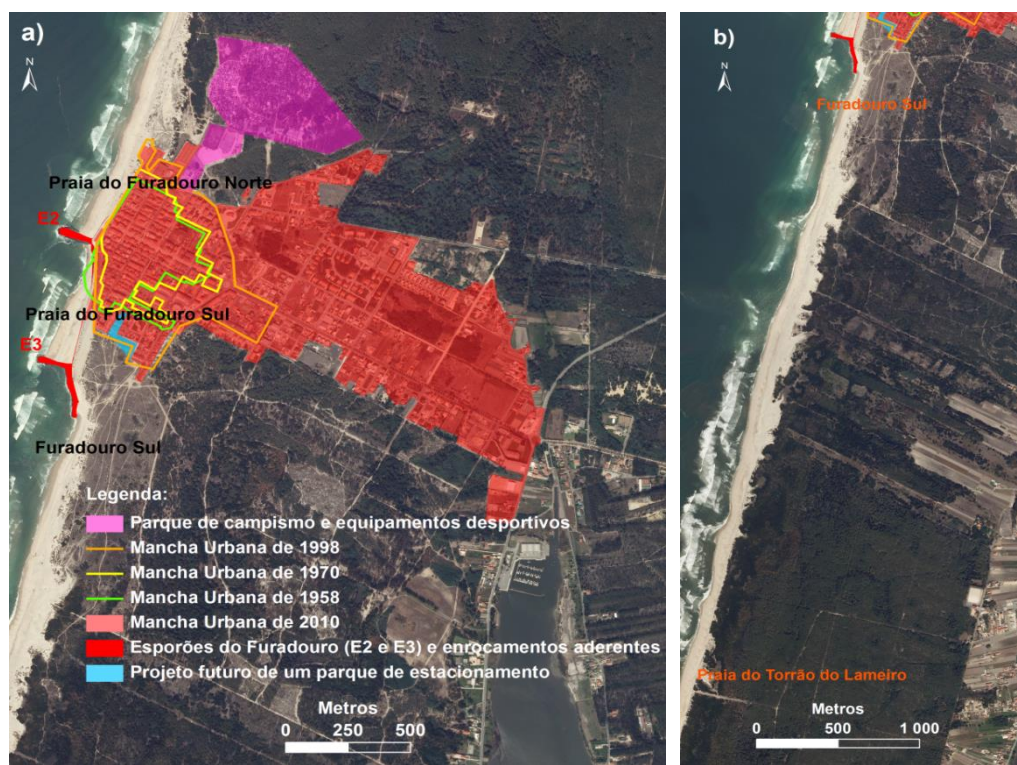


Figura 13 - Zona do Furadouro. a) Mancha urbana do Furadouro; b) Praia do Torrão do Lameiro



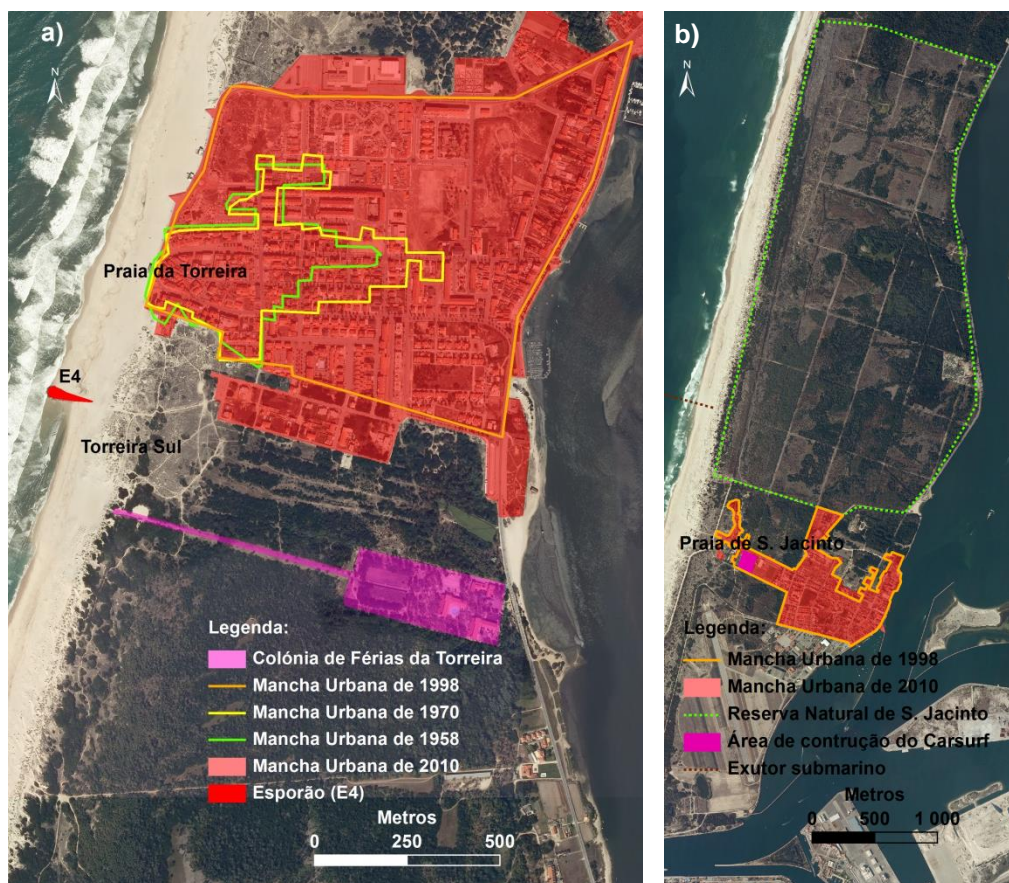


Figura 14 - Zona da Torreira e S. Jacinto. a) Mancha urbana da Torreira; b) Mancha urbana de S. Jacinto



Figura 15 - Obras de engenharia costeira na entrada da barra de Aveiro

#### 4. Levantamento dos problemas prioritários associados ao uso do solo

Para identificação dos principais problemas associados aos usos do solo, efetuamos entrevistas às autarquias da área de estudo, nomeadamente Ovar, Murtosa e Aveiro. Foram escolhidas estas entidades porque se encontram mais próximas dos problemas locais e das populações.

As entrevistas efetuadas foram divididas em três domínios: um relativamente às preocupações gerais do executivo municipal, direcionadas para as zonas costeiras, outro relacionado com o Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) (em revisão), e outro relacionado com o Plano Diretor Municipal (PDM) (Anexo 1.1).

Os entrevistados não foram escolhidos de forma direta, foi endossado um pedido de entrevista ao presidente do executivo camarário que através do seu gabinete reencaminhou para diferentes interlocutores (Tabela 10).

Tabela 10 – Entrevistas às entidades, por data, e por entrevistado

| <b>Autarquia</b> | <b>Data da entrevista</b> | <b>Entrevistados</b>   |
|------------------|---------------------------|--|
| Ovar             | 23 de Abril de 2012       | Eng.º Manuel Jardim (chefe de divisão do ambiente)                           |
|                  |                           | Arq.º Rogério Pacheco  |
| Murtosa          | 20 de Maio de 2012        | Sr. Presidente Eng.º Joaquim Baptista  |
| Aveiro           | 18 de Julho de 2012       | Dr.ª Maria Aurora Henriques (chefe de divisão do planeamento e ordenamento). |

Na câmara municipal de Ovar (CMO), consideraram necessário que a entrevista fosse realizada a dois intervenientes diferentes, face aos assuntos tratados. Assim, no que diz respeito a questões ambientais e à ligação com a população, o interlocutor foi o Eng.º Manuel Jardim. No que diz respeito às questões relacionadas com a revisão do POOC e o PDM o interlocutor foi o Arq.º Rogério Pacheco.

As principais preocupações da CMO são: a presença humana e de infraestruturas na frente urbana do Furadouro, assim como a lixeira selada de Maceda, próxima da linha de costa (Figura 12b), numa zona de elevada taxa de erosão (Figura 19); relativamente ao POOC preocupa-se com a limitação de tempo para uma revisão deste tipo, com os preconceitos existentes em vários domínios e com os regulamentos em demasia; quanto ao PDM a principal preocupação manifestada foi o fato de este ainda se encontrar em revisão (desde 2001 e efetivamente desde 2003), devido ao PROT centro ainda não ter sido publicado (Anexo 1.2).

As preocupações da câmara municipal da Murtosa (CMM), no que diz respeito às matérias questionadas, são: a erosão a norte do concelho e a sul do esporão da Torreira; a existência de uma área de treino militar usada pela base aérea de S. Jacinto; um projeto de empreendimento turístico a ser desenvolvido pelo Grupo Amorim a sul da Torreira; a

localização exata das praias de Muranzel e Gaivina (Figuras 16a); quanto à revisão do POOC preocupa-se com as dificuldades previstas em realocar as praias de Muranzel e da Gaivina do sul para o norte do concelho (Figura 16b).

Obteve-se ainda uma informação adicional, nomeadamente, sobre a existência de um esporão colmatado (Anexo 5, Estampa 8, Foto 21), aproximadamente a 1300 m do atual esporão da Torreira, o qual não tinha sido possível identificar pela análise da fotografia aérea, nem havia referência nos documentos consultados.



Figura 16 - Zona da Torreira sul. a) Praias de Muranzel e Gaivina; b) Intenção de realocação das praias

A câmara municipal de Aveiro (CMA) não apresenta preocupações relativamente às zonas costeiras, pretendendo manter uma faixa costeira considerável sem construções adjacentes. Quanto à revisão do POOC preocupa-se com os acessos existentes até S. Jacinto, não existir um plano de urbanização e a monitorização do exutor submarino de S. Jacinto. O PDM encontra-se em revisão porque ainda não existe um plano de urbanização para S. Jacinto, devido à falta de cooperação entre 30 entidades, onde cada uma faz o seu parecer (Anexo 1.4).

Verificou-se nas entrevistas que as autarquias têm estado atentas às novas exigências do PNPOT e ENGIZC (Anexo 1.2, 1.3 e 1.4). Nenhuma das autarquias apresenta um plano



de evacuação, para o caso de ocorrência, por exemplo de um tsunami, mas a CMM juntamente com a proteção civil, prevê um plano de evacuação de inundações e a CMA já apresenta locais de evacuação para inundações. Quanto às potenciais áreas urbanas junto à zona costeira a CMO interditou do PDM, enquanto a CMM e a CMA apresentam áreas potenciais de construções.

## **5. Resultados**

### **5.1. Linhas de costa**

O troço costeiro em estudo tem sofrido grandes modificações na linha de costa no período de 1958 a 2010.

A sul do esporão que separa as praias de Cortegaça e S. Pedro de Maceda verifica-se um recuo acentuado da linha de costa (Figura 17a). Esta tendência é igualmente observada a norte do Furadouro (Figura 17b). A sul do último esporão desta localidade (E3) observa-se que houve um avanço da linha de costa de 1958 a 1970 mas, a partir de 1970, tem recuado de forma acentuada (Figura 17b). A sul do Furadouro até à praia do Torrão do Lameiro verifica-se que entre 1958 e 1970 a posição da linha de costa não variou muito mas, desde então tem recuado de forma acentuada (Figura 17c).

A norte do concelho da Murtosa observa-se que, após um posicionamento muito recuado observado em 1958, a linha de costa estabilizou desde 1970 até 2010 (Figura 17d). A norte da Torreira verifica-se o avanço da linha de costa de 1958 a 1970, mas a partir desta data a linha de costa estabilizou-se, não havendo grandes variações (Figura 18a). A sul da Torreira (junto ao esporão, E4) observa-se que houve um avanço de 1958 a 2010, no entanto, é de evidenciar que a linha de costa de 1958 a 1970 se manteve constante, de 1970 a 1998 houve um recuo acentuado e de 1998 a 2010 um avanço significativo em direção ao mar (Figura 18a). A sul do concelho da Murtosa tem havido uma tendência generalizada para o avanço da linha de costa, embora pontualmente com ligeiros recuos (Figura 18b).

Na zona da Reserva Natural de S. Jacinto verifica-se um avanço progressivo, desde 1958 a 2010, da linha de costa, e na praia de S. Jacinto, junto ao molhe norte do porto de Aveiro observa-se um avanço significativo da mesma (Figuras 18c e 18d).



Figura 17 - Linhas de costa do concelho de Ovar. a) Maceda; b) Furadouro; c) Torrão do Lameiro; d) Sul do Torrão do Lameiro





Figura 18 - Linhas de costa do concelho da Murtosa e de Aveiro. a) Torreira; b) Sul da Torreira; c) Reserva Natural de S. Jacinto; d) S. Jacinto

## 5.2. Quantificação das taxas de erosão/acreção

Na Figura 19 estão representadas, graficamente, as taxas de erosão e acreção para o troço em análise.

Verifica-se que em Maceda existe uma forte taxa de erosão desde o transeto 1 ao 61, atingido, em média, valores superiores a -3 m/ano. Do transeto 61 até à frente urbana do Furadouro as taxas de erosão diminuem ligeiramente, alcançando em média -1.5 m/ano. No transeto 121, a erosão atinge -4.5 m/ano o qual é devido a uma brusca mudança nas características da linha de costa observada em 1958 e a de 2010, já artificializada. A sul do Furadouro, a taxa de erosão atinge, em média, os -3 m/ano até ao transeto 241. Entre os transetos 221 e 241 localiza-se a praia do Torrão do Lameiro onde se observam valores superiores a -3 m/ano. Do transeto 241 até ao 281 as taxas de erosão diminuem, atingindo -1.5 m/ano. A partir do transeto 281, onde se regista um valor superior a +3 m/ano, observa-se uma inversão da tendência para a acreção. Até ao transeto 381 (frente urbana da Torreira) a taxa vai diminuindo de forma progressiva até a um mínimo médio próximo de +1.5 m/ano. A sul da Torreira esse valor é da ordem dos +0.75 m/ano. Entre os transetos 441 e 461, praia de Muranzel (Torreira), regista-se erosão na ordem dos -0.5 m/ano. A partir do transeto 461 a acreção vai aumentando de forma acentuada, atingindo valores superiores a +10.5 m/ano junto ao molhe norte do porto de Aveiro.

Assim, o concelho de Ovar tem apresentado uma tendência para a erosão, o concelho da Murtosa erosão a norte e pontualmente na praia de Muranzel, enquanto o restante troço se caracteriza pela acreção, assim como todo o concelho de Aveiro. (Figura 19).

As taxas de médias de erosão ou acreção por setor estão indicadas nas Tabelas 11 e 12 para diferentes espaçamentos de análise, a fim de avaliar possíveis discrepâncias dos valores.

Tabela 11 - Análise do troço costeiro de 50 em 50 m (taxas médias de erosão - valores negativos e acreção - valores positivos [m/ano])

| Setores              | 1958 - 2010 | 2010 - 2012 |
|----------------------|-------------|-------------|
| Maceda - Furadouro   | - 2.69      | - 4.04      |
| Furadouro - Torreira | - 0.49      | + 1.81      |
| Torreira – S Jacinto | + 3.12      | + 1.65      |

Tabela 12 - Análise do troço costeiro de 1 em 1 km. (taxas médias de erosão - valores negativos e acreção - valores positivos [m/ano])

| Setores              | 1958 - 2010 | 2010 - 2012 |
|----------------------|-------------|-------------|
| Maceda - Furadouro   | - 2.70      | - 4.04      |
| Furadouro - Torreira | - 0.41      | + 1.90      |
| Torreira – S Jacinto | + 2.96      | + 1.45      |

É notável nas Tabelas 11 e 12 que os espaçamentos entre transetos de 50 em 50 m ou de 1000 m em 1000 m, não interferem de forma significativa nos valores das taxas de erosão/acreção determinados.



Taxas de erosão e acreção

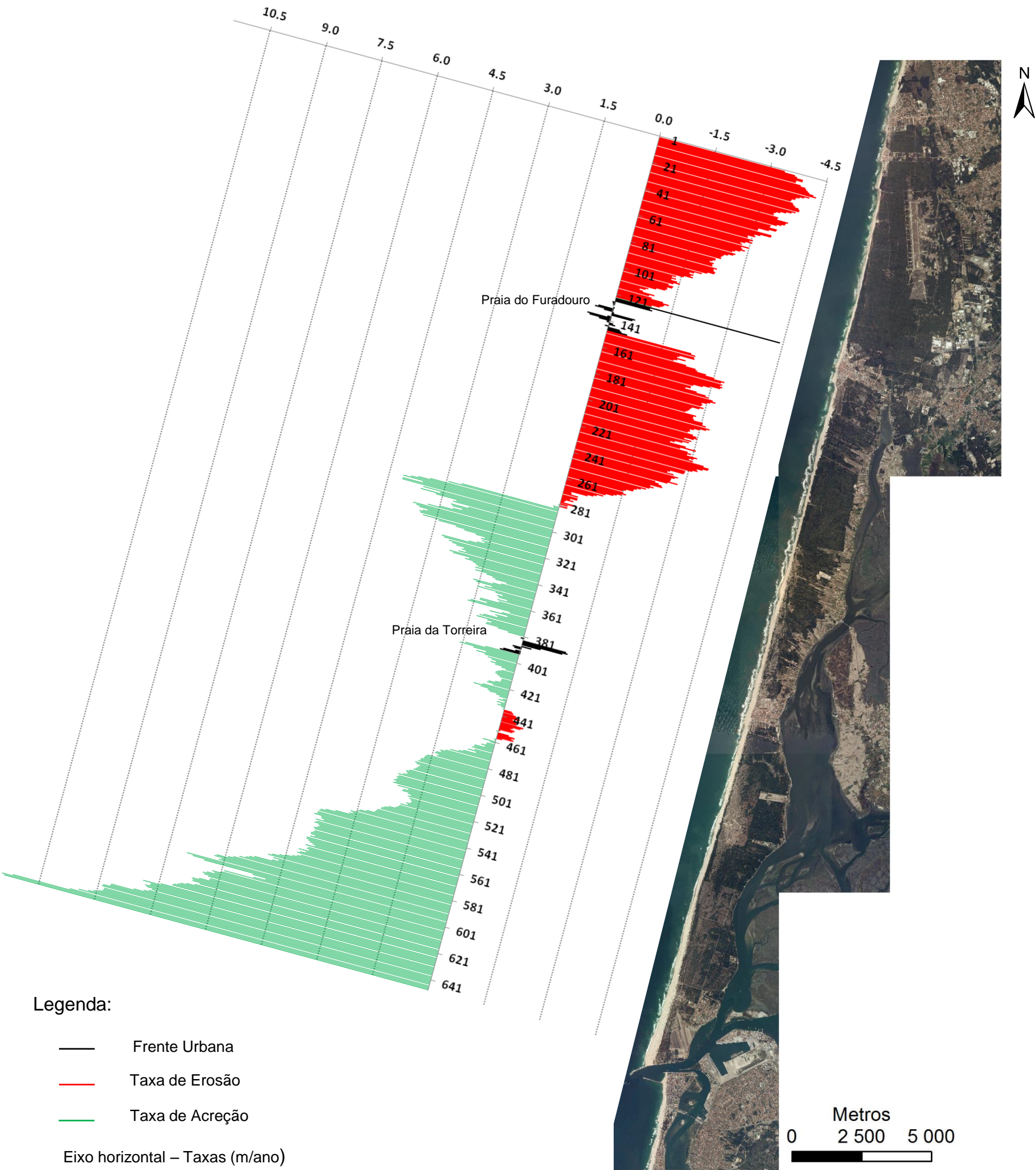


Figura 19 - Taxas de erosão/acreção para o troço costeiro espaçado por transetos de 50 em 50 m

### 5.3. Linha de costa 2012 e projeções de linhas de costa

A partir da posição da linha de costa em 2012, adquirida através do *GPS*, capítulo 1, obteve-se as projeções para os anos 2017, 2022, 2027 e 2032 (Figuras 20, 21 e 22) (Tabelas 13 e 14).

A sul do esporão que separa as praias de Cortegaça e Maceda, a linha de costa nos próximos 20 anos recuará em média cerca de 70 m e a sul do parque de estacionamento de Maceda quase 60 m (Figura 20a); sul de Maceda o recuo será de cerca de 40 m (Figura 20b).

A norte do Furadouro, nos próximos 20 anos, a linha de costa recuará cerca de 20 m e, a sul, 40 m (Figura 20c), enquanto na praia do Torrão do Lameiro atingirá valores próximos aos 60 m (Figura 20d). A norte do concelho da Murtosa observa-se um avanço brusco da linha de costa, em direção ao mar, da ordem dos 70 m (Figura 21a). A tendência será de avanço, tanto a norte como a sul da praia da Torreira (Figuras 21b e 21c).

A sotamar do esporão da Torreira (Figura 21c) observa-se um avanço da linha de costa de cerca de 10 m, a sul do concelho da Murtosa regista-se um recuo pontual de cerca de 10 m, mantendo-se, no entanto, a tendência de avanço mais a sul (Figura 21d).

Na Reserva Natural de S. Jacinto, daqui a 20 anos, será de esperar que a linha de costa avance, em média, cerca de 60 m (Figura 22a). Na praia de S. Jacinto (Figura 22b) a acreção será, em termos médios de 100 m até 2032, enquanto, a sul o avanço atingirá aproximadamente 150 m e, junto ao molhe norte, 200 m (Figura 22c).

Tabela 13 - Recuos/avanços médios no futuro a partir da análise do troço costeiro de 1 em 1 km entre 1958 a 2010 (recuo - valor negativo e avanço - valor positivo [m])

| Setores              | 2017    | 2022    | 2027    | 2032    |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Maceda - Furadouro   | - 13.52 | - 27.03 | - 40.55 | - 54.06 |
| Furadouro - Torreira | - 2.07  | - 4.15  | - 6.21  | - 8.29  |
| Torreira – S Jacinto | + 14.81 | + 29.63 | + 44.45 | + 59.26 |

Tabela 14 - Recuos/avanços médios no futuro a partir da análise do troço costeiro de 1 em 1 km entre 2010 a 2012 (recuo - valor negativo e avanço - valor positivo [m])

| Setores              | 2017   | 2022   | 2027    | 2032   |
|----------------------|--------|--------|---------|--------|
| Maceda - Furadouro   | - 20.2 | - 40.4 | - 60.6  | - 80.8 |
| Furadouro - Torreira | + 9.50 | + 19.0 | + 28.5  | + 38.0 |
| Torreira – S Jacinto | + 7.30 | + 14.5 | + 21.75 | + 29.0 |

Para se efetuar projeções estas devem basear-se em séries de dados referentes a algumas décadas, e que, idealmente deverão corresponder a um terço do total de dados. Tal como foi referido, provêm da análise entre 1958 a 2010. Contudo, os valores da Tabela 14 são meramente indicativos, pois apenas com dois anos (2010 a 2012), dever-se-ia projetar o futuro da linha de costa apenas para meio ano, o que poderá explicar alguns

valores “anómalos” (sector Furadouro - Torreira) quando comparados com séries maiores de dados.



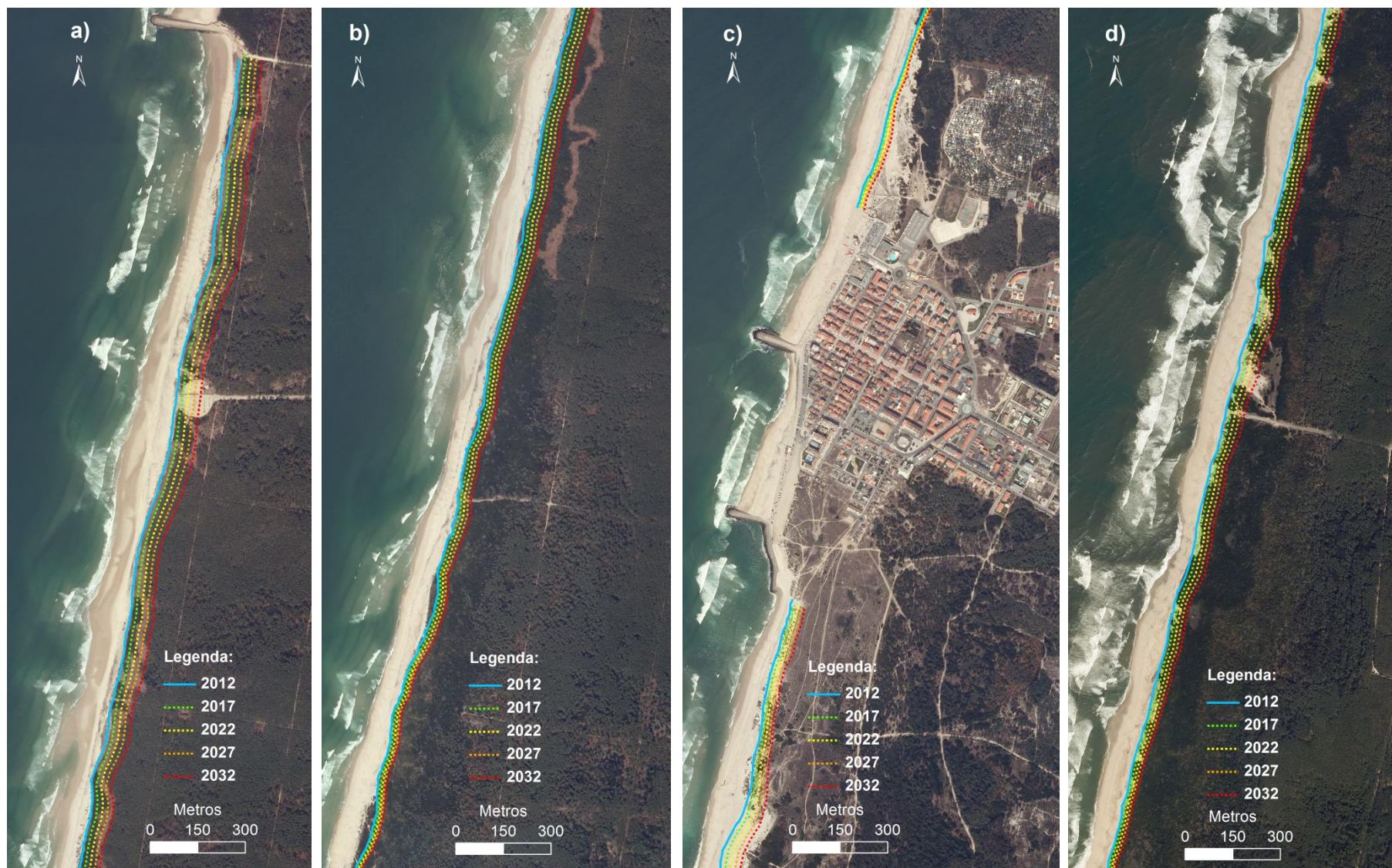


Figura 20 - Linha de costa 2012 e projeções para o concelho de Ovar. a) Maceda; b) Norte do Furadouro; c) Furadouro; d) Torrão do Lameiro



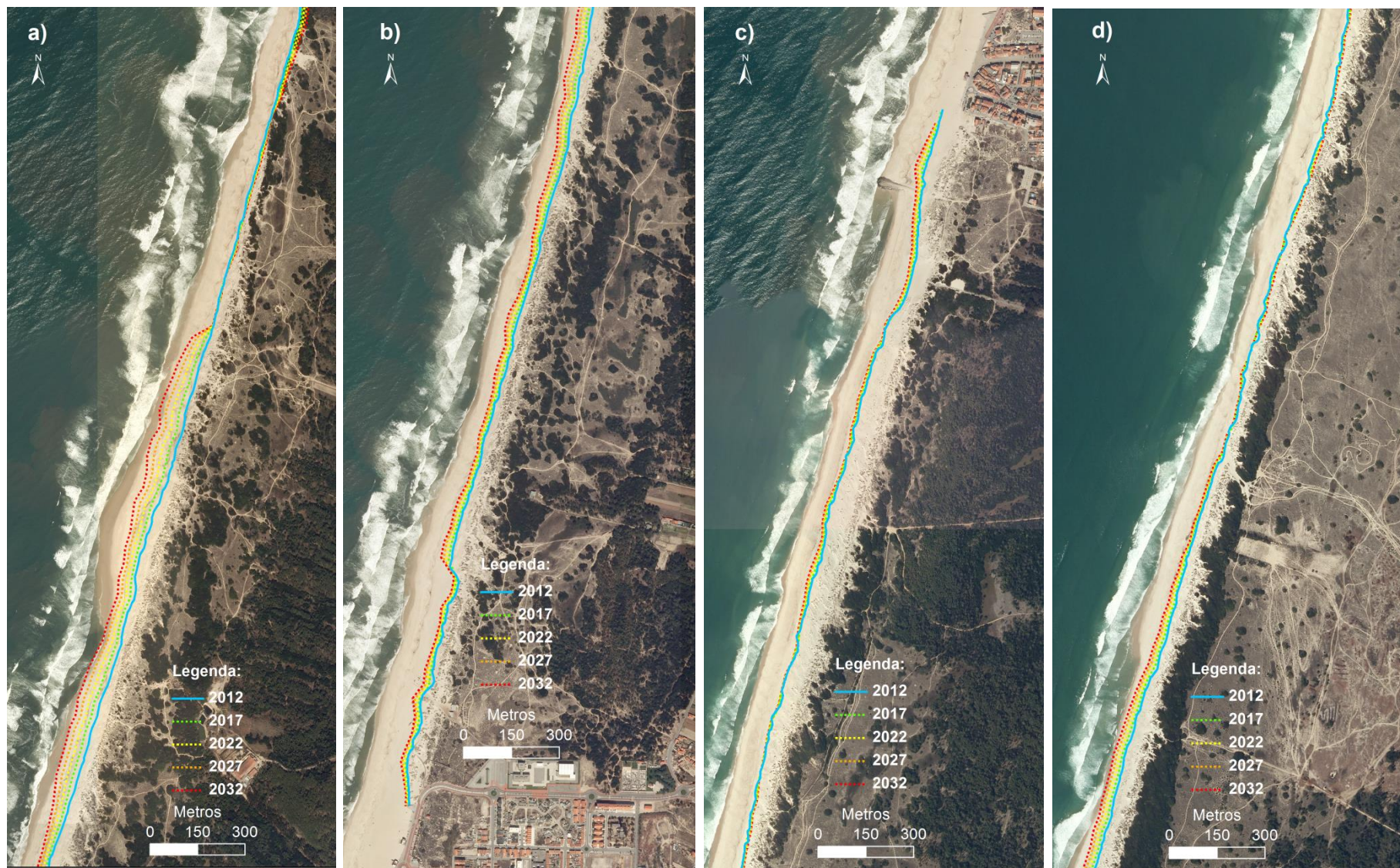


Figura 21 - Linha de costa 2012 e projeções para o concelho da Murtosa. a) Norte do concelho da Murtosa; b) Norte da Torreira; c) Sul da Torreira; d) Sul do concelho da Torreira



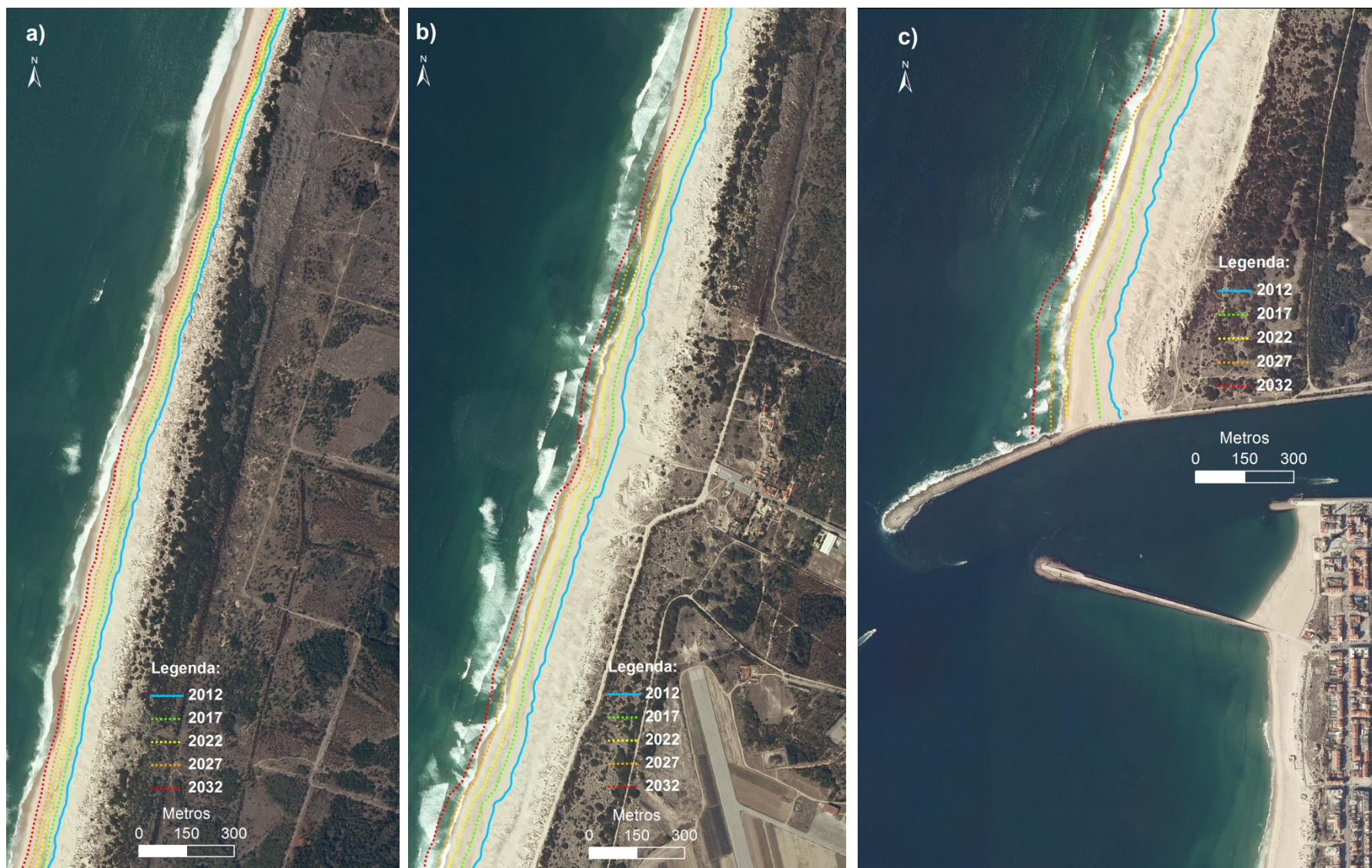


Figura 22 - Linha de costa 2012 e projeções para o concelho de Aveiro. a) Reserva Natural de S. Jacinto; b) S. Jacinto; c) Sul de S. Jacinto

#### **5.4. Problemas mais significativos no âmbito do caso de estudo**

A auscultação às autarquias locais, através das entrevistas, possibilitou a identificação de alguns problemas de índole geral direcionados para as zonas costeiras, e dos assuntos mais relevantes relacionados com o POOC e PDM de cada um dos municípios.

No município de Ovar foi identificado como problemas, o risco da presença humana e de infraestruturas na frente urbana do Furadouro; o avanço da linha de costa em direção à lixeira selada de Maceda; a elevada perda de área florestal na mata de Maceda e a desvalorização da praia de S. Pedro de Maceda. Relativamente ao POOC identificou-se que o ciclo da revisão do POOC OMG é muito dilatado, existem vários preconceitos em diversos domínios e regulamentos em demasia nas zonas costeiras. Quanto ao PDM identificou-se que a revisão iniciou-se em 2001, mas efetivamente a revisão só começou em 2003, sendo que se encontra ainda em revisão devido ao PROT centro ainda não ter sido publicado.

No município da Murtosa são apontados como problemas, o processo erosivo no troço costeiro entre o concelho de Ovar e o da Murtosa (Figura 21a); o recuo da linha de costa a sul do esporão da Torreira; a área de treino militar da base aérea de S. Jacinto e a localização exata das praias da Muranzel e da Gaivina. Relativamente ao POOC identificou-se a difícil implementação da intenção da autarquia em realocar as praias de Muranzel e da Gaivina do sul para o norte do concelho; em realocar os equipamentos de apoio de praia e no repensar da acessibilidade e preservação dunar. O PDM já foi revisto em 2005, mas encontra-se novamente em revisão devido ao PROT centro ainda não ter sido publicado.

No município de Aveiro não existe qualquer problema relativamente à zona costeira, na ótica dos responsáveis, pretendendo manter-se uma faixa costeira considerável sem construções adjacentes; encontra-se em fase de proposta um Núcleo de Educação Ambiental para S. Jacinto e o desconhecimento do prolongamento do molhe norte do porto de Aveiro. Relativamente ao POOC identificou-se os fracos acessos existentes até S. Jacinto; não existir um plano de urbanização e uma monitorização do exutor submarino de S. Jacinto. Quanto ao PDM a revisão já devia ter terminado em 2005, devendo-se isto, à falta de cooperação de 30 entidades, onde cada uma faz o seu parecer quanto ao plano de urbanização.

Todas as autarquias conhecem as novas exigências do PNPOT e da ENGIZC, no entanto existiu alguma divergência de declarações dos interlocutores entrevistados.

O município de Ovar afirma em proteger o que se consegue e reconhece que numa faixa de 2 quilómetros não se deve criar novos aglomerados, sendo de evidenciar que foi recortado do PDM as potenciais áreas urbanas a sul do Furadouro.

O município da Murtosa afirma que as estratégias interditam a construção nos primeiros 500 m da faixa terrestre e para os 2 quilómetros apenas recomenda a proteção, sendo que se prevê a sul da Torreira um empreendimento turístico com o Grupo Amorim cujo investimento ronda os 85 milhões de euros.

O município de Aveiro cumpre com as estratégias e apenas requalifica o que já se encontra construído; no entanto, existem áreas potenciais para a construção de empreendimentos turísticos em zonas devolutas do aglomerado de S. Jacinto.

Na tabela 15 encontram-se os problemas mais significativos na área de estudo, organizados por assunto.

Tabela 15 - Problemas mais significativos na área de estudo

| <b>Autarquia</b> | <b>Assunto</b> | <b>Problemas</b>  |
|------------------|----------------|---|
| Ovar             | Geral          | Risco para as atividades humanas na frente urbana do Furadouro          |
|                  |                | Risco para as infraestruturas na frente urbana do Furadouro             |
|                  |                | Lixeira selada de Maceda  |
|                  |                | Falta de monitorização às águas subterrâneas adjacentes à lixeira       |
|                  |                | Perda de área florestal em Maceda                                       |
|                  |                | Desvalorização da praia de S. Pedro de Maceda                           |
|                  | POOC           | Reduzido ciclo temporal da revisão do POOC atual                        |
|                  |                | Preconceitos em vários domínios   |
|                  |                | Regulamentos em demasia nas zonas costeiras                             |
|                  |                | Implantação dos apoios de praia (Planos de Pormenor de Praia)           |
|                  | PDM            | PROT ainda não ter sido publicado (PDM em revisão)                      |
|                  |                | Falta de planos de evacuação  |
|                  |                | Projetado parque de estacionamento a sul do Furadouro                   |
| Murtosa          | Geral          | Erosão a norte do concelho  |
|                  |                | Erosão a sul do esporão (E4)  |
|                  |                | Área de treino militar a sul da Torreira                                |
|                  | POOC           | Relocalização de áreas de utilidade balnear (Praias Muranzel e Gaivina) |
|                  |                | Relocalizar os equipamentos de apoio de praia                           |
|                  |                | Repensar na acessibilidade e preservação dunar                          |
|                  |                | Delimitação do Domínio Público Marítimo (DPM)                           |
|                  | PDM            | PROT ainda não ter sido publicado (PDM em revisão)                      |
|                  |                | Falta de planos de evacuação (ex: tsunami)                              |
|                  |                | Previsão de construções turísticas a sul da Torreira                    |
| Aveiro           | Geral          | Desconhecimento do prolongamento do molhe norte de Aveiro               |
|                  | POOC           | Fracos acessos até S. Jacinto   |
|                  |                | Ausência de monitorização do exutor submarino de S. Jacinto             |
|                  | PDM            | Falta do Plano de Urbanização (PDM em revisão)                          |
|                  |                | Falta de planos de evacuação  |
|                  |                | Possibilidade de construções turísticas no aglomerado de S. Jacinto     |

## 6. Discussão de resultados

A linha de costa no setor costeiro Maceda – Furadouro tem recuado de forma significativa, atingindo taxas de erosão da ordem dos -4 m/ano, embora diminuindo de intensidade quando se aproxima da frente urbana do Furadouro. É evidente que o esporão de Maceda (E1) tem contribuído para acelerar o processo erosivo a sotamar e o esporão do Furadouro (E2) atenuado o processo erosivo. Esta é uma tendência que se tem vindo a

manifestar nas últimas décadas como atestam os trabalhos de Ângelo (1991), Ferreira (1993), Reis (2000), Caetano (2002), Baptista (2006) e POOC OMG (2012).

A sul do Furadouro, a linha de costa tem recuado de forma acentuada desde 1970, atingindo taxas de erosão na ordem dos -3 m/ano, sendo de destacar que este processo ocorreu após a construção dos esporões no Furadouro em 1972/73, reforçando assim, que estas obras acentuam, de forma significativa, a erosão a sotamar. Esta tendência observa-se nos trabalhos de Ângelo (1991), Ferreira (1993), Reis (2000), Baptista (2006) e POOC OMG (2012).

A norte do concelho da Murtosa até S. Jacinto existiu um avanço progressivo da linha de costa em direção ao mar, perdendo intensidade quando se aproxima da frente urbana da Torreira e havendo recuos pontuais a sul do concelho da Murtosa (praia de Muranzel). A sotamar do esporão da Torreira (E4), entre 1958 e 2010, não se registou erosão, o que torna esta situação duvidosa; no entanto, pode ser justificada pelo fato de o esporão ter sido parcialmente colmatado, o que promoveu a transposição de sedimentos para sotamar.

Junto ao molhe norte do porto de Aveiro o avanço da linha de costa é muito elevado, atingindo taxas de acreção superiores a +8 m/ano, mostrando que, em geral, esta estrutura confere uma estabilidade ao segmento Torreira – S. Jacinto devido à elevada captação de sedimentos que esta armazena a barlamar. Esta tendência acrecionária manifesta-se no trabalho do POOC OMG (2012).

O levantamento da linha de costa de 2012 foi realizado com o objetivo de validar se o troço nos últimos 2 anos teve o mesmo comportamento que nos últimos 52 anos (1958 a 2010).

De Maceda ao Furadouro observa-se, na Figura 23, que as taxas de erosão continuaram, mas diminuindo cerca de -2 m/ano a sotamar do esporão de Maceda (E1) e, a norte do Furadouro, houve um aumento da taxa de erosão, atingindo valores superiores a -8 m/ano. Imediatamente a sotamar do último esporão do Furadouro (E3) a erosão continua, atingindo valores superiores a -8 m/ano. Estes dados podem ser atribuídos a situações de temporal que ocorreram nesta zona desde 2010. Este facto é preocupante para a frente urbana do Furadouro, devido ao aumento do índice de risco, o qual poderá agravar-se no futuro. Se a opção for continuar a proteger com obras de engenharia cada vez mais complexas, esta situação pode levar ao que se observa na atualidade na localidade de Cortegaça, e tornar-se numa espécie de “promontório”, perdendo todo o valor recreativo e paisagístico da praia.

A partir do quilómetro 9 surge a primeira não validação da taxa de erosão, pois existe acreção atingindo os +7 m/ano até próximo do quilómetro 11 (Figura 23). Esta anomalia pode dever-se à delimitação incorreta da linha de costa de 2010, sendo que esta zona depara-se com muitos galgamentos oceânicos e dunas descontínuas que podem ter

induzido em erro o operador. Do quilómetro 11 ao 14 a tendência para a erosão mantém-se mas com menos intensidade, atingindo valores inferiores a -1 m/ano (Figura 23).

Próximo do quilómetro 15 mantém-se a tendência para a acreção e apresenta uma maior intensidade do que se esperava (Figura 23). Este aspeto pode dever-se à acumulação de sedimentos na alta praia, provenientes do cordão dunar frontal, promovendo uma acreção aparente nesta zona.

Do quilómetro 15 até ao esporão da Torreira (E4) as taxas de acreção prevalecem, havendo valores pontuais superiores a +6 m/ano, devido à acumulação de sedimentos que o esporão proporciona.

Como se esperava, a sotamar do esporão da Torreira, em vez da acreção surgem de forma significativa taxas de erosão na ordem dos -4 m/ano (Figura 23). Contrariamente, do quilómetro 25 ao 27 surge a terceira discordância na tendência da linha de costa, uma vez que surgem taxas de erosão em vez de acreção, na ordem de -1 m/ano. Do quilómetro 27 até ao molhe norte do porto de Aveiro é validada a tendência das taxas de acreção (Figura 23).



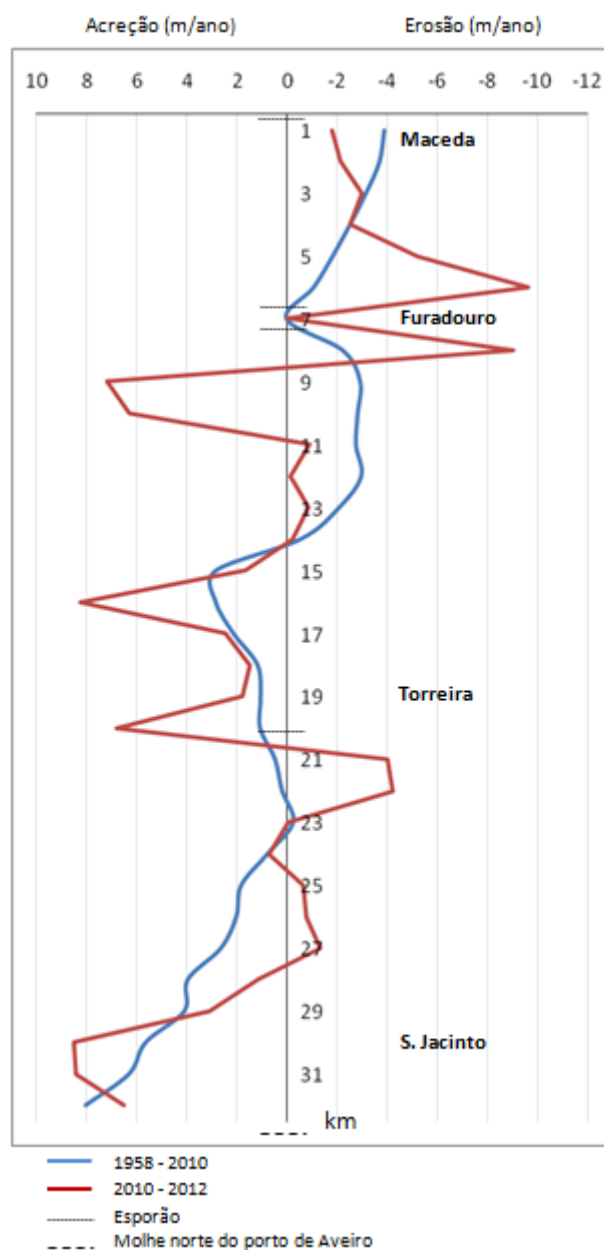


Figura 23- Taxas de erosão/acreção, para os períodos de análise de 1958 a 2010 e de 2010 a 2012. Os dados referentes aos últimos 400 m do troço costeiro de S. Jacinto não foram representados

Face ao exposto, verifica-se que a linha de costa e as taxas de erosão ou acreção variam muito rapidamente no tempo, mostrando as zonas onde se deve ter uma especial atenção no futuro, sendo elas, a zona norte e a zona sul do Furadouro (a sotamar do último esporão, E3), a zona sul da Torreira (a sotamar do esporão E4) e a zona de fronteira entre os concelhos da Murtosa e de Aveiro (quilómetro 25 ao 27, Figura 23).

É de salientar que o presente estudo teve em conta as taxas de variação da linha de costa nas últimas dezenas de anos, fruto da conjugação de um conjunto de varáveis operantes na zona costeira. Neste sentido, nas projeções apresentadas assumiu-se que as variáveis de natureza morfodinâmica, climática e antropogénica se manterão num futuro

próximo. As projeções para 2017, 2022, 2027 e 2032 são meramente empíricas, pois apenas revelam uma tendência para o troço costeiro em estudo.

O setor norte do troço costeiro tem sido alvo de grandes preocupações. A zona de Maceda perdeu ao longo dos últimos 54 anos uma grande área de património natural. São muitos os hectares de floresta e de biodiversidade perdidos e são milhares os m<sup>3</sup> de areia que têm sido remobilizados do sistema, levando a uma desvalorização da Praia de S. Pedro de Maceda. Os cenários futuros para Maceda são de grande preocupação, principalmente, devido à continuação da perda de património natural. Um dos maiores problemas identificados, a longo prazo, localiza-se em Maceda onde a linha de costa avança em direção à lixeira selada de Maceda (Ramalho e Ferreira, 1991; Ramalho *et al.*, 1998). É de realçar as elevadas contaminações existentes nas águas subterrâneas na década 90 e a atual ausência de monitorização (Anexo 2). Dado o tipo de análises realizadas à época (principais aniões e catiões) não foi possível tirar todas as ilações acerca dos perigos que esta lixeira poderá representar. Os autores realçaram, no entanto, que os maiores incómodos provocados seriam o de as águas contaminadas serem drenadas para o mar sem qualquer espécie de tratamento prévio e as possíveis consequências ao nível da vegetação que se encontra por cima da zona contaminada (embora não se visualizava nada de anormal à vista desarmada). Atualmente desconhece-se se existe alguma fuga no selamento da lixeira.

A frente urbana do Furadouro encontra-se numa área de elevado risco, pois são várias as construções que se localizam em cima do cordão dunar frontal. Os cenários futuros, a norte e a sul do Furadouro, demonstram a preocupação clara do aumento dos galgamentos que poderão colocar em risco pessoas e bens. Segundo os responsáveis da autarquia de Ovar o tempo da revisão atual do POOC OMG é muito escasso, existem demasiados regulamentos e planos desfasados e preconceitos em demasia, e o PDM encontra-se em revisão devido ao PROT centro ainda não ter sido publicado.

A praia da Torreira encontra-se estável e a tendência da linha de costa será transgressiva, com especial ênfase a sotamar do esporão, pois os dados de 2012 mostram uma alta taxa de erosão. Nesta zona ao nível geomorfológico não existem problemas de maior como no concelho de Ovar, mas existem ao nível do planeamento e ordenamento. Um dos problemas relaciona-se com a delimitação do Domínio Público Marítimo, no qual a autarquia e as populações não aceitam que o nível de base seja delimitado pelo muro da marginal, sendo que a lei (Lei n.º 54/2005; Lei n.º 58/2005; Decreto – Lei n.º 159/2012) determina que o mesmo seja delimitado pela linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais (LMPMAVE). Existem agentes institucionais e utentes que interpretam a lei de formas diferentes causando certos conflitos, neste caso, as populações que detenham habitações dentro da faixa dos 50 m pagam uma taxa hídrica. Os passadiços a norte da

Torreira encontram-se na atualidade completamente degradados, sendo comuns os acidentes, alguns graves e em processo de tribunal, não existindo uma entidade que se responsabilize pelos danos. A realocação dos equipamentos de apoio de praia e a intenção da autarquia em criar praias com utilidade banhar a norte do concelho, explica-se pelo fato de as atuais, localizadas a sul (Muranzel e Gaivina) não possuírem acessos adequados, devido à área de treino militar. Contudo, também é credível suspeitar do interesse económico e político desta intenção, sendo que se encontra previsto a construção de empreendimentos turísticos a sul da Torreia junto à área militar e promovendo assim, o acesso a praias “privadas” aos utentes dos aldeamentos.

A praia de S. Jacinto atualmente bem desenvolvida, continuará a mostrar tendência para um aumento da largura média, devido ao efeito de retenção de sedimentos pelo molhe norte que protege a entrada da laguna Aveiro. Esta zona tem sido um pouco esquecida, aparentemente, pela autarquia de Aveiro; a falta de um plano de urbanização faz com que o PDM ainda se encontre em revisão e a autarquia lamentou a falta de técnicos e de recursos humanos vocacionados para as zonas costeiras

Em suma, são preocupantes os problemas de erosão e o défice sedimentar na zona norte do troço costeiro em estudo. No entanto, o POOC OMG encontra-se ainda em revisão, condicionando possíveis cenários de proteção e de requalificação para os próximos 10 anos. Por outro lado, todos os PDM das autarquias encontram-se em revisão devido ao PROT centro ainda não ter sido publicado. É de referir que os planos demoram bastante tempo a ser implementados e vão atrasando outros, devido às revisões não se adequarem ao mesmo ciclo temporal, promovendo incoerências, desfragmentação legislativa e regulamentar e atribuição de responsabilidades nas zonas costeiras.

## Capítulo 4

### Considerações Finais

Eu também não sei o que é o mar.  
Aguardo a madrugada, impaciente,  
Os pés descalços na areia.

*Eugénio de Andrade (in Mar, Mar e Mar)*

## 1. Conclusões

Existem várias dificuldades no tratamento das questões relacionadas com a zona costeira, para além de muitas incertezas associadas à aplicação de projeções ou cenários a situações concretas, por limitações das próprias metodologias e especificidades de cada situação. Os conceitos e teorias que têm como objetivo compreender os fenómenos costeiros são ainda de aplicação limitada.

Pelo carácter aleatório de muitos dos fatores envolvidos, na análise das linhas de costa e projeções futuras, não é possível prever uma linha final como solução, mas possivelmente uma faixa provável para a sua localização. Perante este fato, será pouco lógico entrar com demasiados fatores na definição da projeção da linha de costa, sendo mais importante a caracterização com rigor dos que são fundamentais nos fenómenos de evolução da linha de costa e adoção criteriosa das projeções.

O presente estudo pretendeu demonstrar, que a expansão urbana sem um ordenamento sustentável e os impactes de grandes obras aliadas ao somatório de vastas e sucessivas intervenções antrópicas de pequena escala, podem induzir um progressivo desequilíbrio dos sistemas naturais. Pontualmente, os impactes de ações antrópicas tidas como indispensáveis, poderão ver-se diminuídas com soluções técnicas e economicamente viáveis, como por exemplo, utilizar os volumes de dragados das áreas portuárias, na alimentação de praias; transposição artificial das areias a barlar dos molhes portuários para sotamar; recorrer à alimentação artificial para a recuperação de praias com elevado interesse turístico; evitar a construção de novas estruturas que interfiram com a deriva litoral e conservar e/ou reconstruir as frentes do cordão dunar frontal.

A progressiva erosão da costa deve-se, essencialmente, a um notório déficit sedimentar no litoral. Esta situação resulta, em grande parte, das obras de regularização das bacias hidrográficas (principalmente do rio Douro e seus efluentes), geradoras de retenção de sedimentos nas barragens que, nas últimas décadas, reduziram a carga sólida que de outro modo chegaria até às praias. É de evidenciar que a modificação da dinâmica litoral imposta por estruturas antrópicas de proteção costeira (molhes e esporões) que, apesar de não alterar o déficit sedimentar, cria irregularidades na distribuição de sedimentos (Anexo 3).

A análise feita, entre o período de 1958 a 2010, demonstra que no segmento costeiro Maceda – Furadouro a linha de costa tem recuado e continuará a recuar no futuro, sendo de alertar, a longo prazo, para a existência da lixeira selada de Maceda pode tornar-se um perigo ambiental. Do Furadouro ao Torrão do Lameiro o recuo da linha de costa abranda em direção a sul até à Torreira; da Torreira até S. Jacinto a linha de costa avançou em direção ao mar, o qual se foi intensificando em direção ao molhe norte do porto de Aveiro, e assim parece continuar no futuro.

O levantamento da linha de costa 2012 atraiu a atenção para a zona norte do Furadouro nas imediações do parque de campismo, onde as taxas de erosão se acentuaram, relativamente às calculadas entre 1958 a 2010, assim como a sul do Furadouro. A 2 quilómetros a sul desta localidade verifica-se uma taxa de acreção forte da qual não se esperava, pois da análise feita entre 1958 a 2010 mostra taxas de erosão. A sul do esporão da Torreira ao contrário da acreção observada, entre 1958 a 2010, o levantamento de 2012 mostra uma forte erosão. No último quilómetro do concelho da Murtosa e o primeiro quilómetro do concelho de Aveiro observou-se uma erosão pontual, em vez da acreção que se obteve na análise de 1958 a 2010.

A análise mostra que as linhas de costa e as taxas de erosão/acreção variam muito rapidamente num curto espaço de tempo, quais as zonas deste troço costeiro onde se deve ter um especial cuidado de análise e atitude crítica na interpretação das projeções ilustradas neste estudo.

As situações de forte erosão no setor Maceda – Furadouro ocorrem sobretudo na dependência de estruturas de engenharia costeira, sendo quase todo o setor afetado por uma escarpa de erosão talhada no sistema dunar interno, a par de um elevado risco para as zonas edificadas do Furadouro.

A CMO preocupa-se principalmente com a presença humana e infraestruturas na frente urbana do Furadouro. A verdade é que tem havido uma forte erosão a norte e a sul, promovendo assim a possibilidade do Furadouro se tornar numa espécie de “promontório” a médio/longo prazo. A lixeira selada de Maceda é também preocupação, embora esta, ainda se encontre a cerca de 700 m da linha de costa atual (2012). Outra das apreensões é a elevada perda de floresta de Maceda, devido à forte erosão, e a desvalorização da praia de S. Pedro de Maceda provocada pela queda de árvores na praia, a acessibilidade e a segurança, devido à altura da escarpa de erosão talhada nas dunas e que se pode tornar um perigo para os utentes (falta de suportes de proteção, sinalização de perigo e possibilidade de deslizamentos em massa). Nota-se que a CMO conhece as exigências nacionais e tem cumprido o mais possível com os programas e estratégias nacionais para as zonas costeiras. É de salientar que as áreas urbanas antes projetadas para a zona a sul do Furadouro, já foram abandonadas, apesar de se encontrar projetado um pequeno parque de estacionamento entre as habitações. As obras de requalificação e proteção dunar é um elemento positivo, tendo substituído um parque de estacionamento que se encontrava numa zona de risco, mas a verdade é que muito dinheiro foi investido nessa obra.

O segmento Furadouro – Torreira apresenta uma erosão moderada a forte nos primeiros sete quilómetros, sendo que os restantes são de acreção moderada a fraca. São visíveis os inúmeros corredores eólicos presentes, principalmente, no concelho da Murtosa e os galgamentos oceânicos, de grande extensão, a sul do último esporão do Furadouro.

A CMM preocupa-se, como todos os autarcas, com a erosão costeira, sendo os locais mais críticos a fronteira entre os concelhos de Ovar e da Murtosa e a sul do esporão da Torreira. O Núcleo de Educação Ambiental (NEA) existente na Torreira esteve em 2011 fechado, devido a equívocos administrativos, e em 2012 aberto, mas tem poucos recursos humanos qualificados e raríssimas atividades vocacionadas para as zonas costeiras. Relativamente ao POOC a CMM preocupa-se com a realocação das duas praias (Muranzel e Gaivina) para a zona norte da Torreira, a acessibilidade e preservação dunar e a localização dos apoios de praia. Existe conflito entre a CMM e a ARHc devido às delimitações do Domínio Público Marítimo (DPM) e a falta de responsabilidade quanto aos passadiços degradados a norte da Torreira. Encontra-se previsto a extensão do esporão da Torreira, o que a CMM agradece. A zona a sul do esporão é preocupante em termos de erosão, mas o autarca afirma que sempre se poderá reconstruir o que está colmatado mais a sul. Quanto ao PDM é preocupante o projeto de construção de empreendimentos turísticos a sul da Torreira, embora o responsável alegue que o mesmo cumpre as exigências nacionais que apenas interditam a construção nos primeiros 500 m da faixa costeira e que, para os 2 quilómetros seguintes, recomenda apenas a proteção.

Dada a estabilidade do segmento Torreira – S. Jacinto, a CMA não tem grandes preocupações relativamente às zonas costeiras sob a sua jurisdição. Está proposto um NEA para S. Jacinto, o qual a for construído trará alguma preocupação devido à falta de recursos humanos e financeiros para manter ativo. Relativamente ao POOC, os responsáveis preocupam-se com os acessos até S. Jacinto, a inexistência de um plano de urbanização e a falta de monitorização do exutor submarino em S. Jacinto. Da entrevista revela-se preocupante o desconhecimento das obras relativas ao prolongamento do molhe norte do porto de Aveiro e não existir nenhum técnico vocacionado para as zonas costeiras. Quanto ao PDM a revisão já devia ter terminado em 2005, mas a falta de cooperação entre 30 entidades, onde cada uma faz o seu parecer, tem inviabilizado o plano de urbanização de S. Jacinto. Quanto às exigências nacionais, a CMA afirma ter atenção aos 2 quilómetros e cumpre com as estratégias; embora manifestem intenção de apenas requalificar o que já se encontra construído, no PDM existe áreas potenciais para empreendimentos turísticos em S. Jacinto.

As entrevistas efetuadas à CMO, CMM e à CMA foram fundamentais para recolher as preocupações gerais relativas às correspondentes zonas costeiras, as expectativas face à atual revisão do POOC OMG, algumas informações referentes ao PDM de cada autarquia e esclarecer algumas dúvidas e lacunas de informação. As entrevistas auxiliaram a entender a quantidade de legislação nacional, regional e local que está na base da regulamentação e ordenamento das zonas costeiras, assim como, a falta de recursos humanos qualificados, a sobreposição entre entidades e a atribuição de responsabilidades sobre o litoral.

Das entrevistas realizadas transpareceu receptividade para as questões abordadas e total colaboração para o presente estudo. Na CMO, o engenheiro tinha uma maior afinidade com as populações e o arquiteto estava mais próximo dos regulamentos administrativos, devendo-se isto, às funções que cada um exerce na câmara. Na câmara municipal da Murtosa o Presidente conhece muito bem a sua zona costeira e a população, mostrando uma retórica de preocupação em muitos casos alienados a interesses políticos e económicos. A CMA está afastada da freguesia de S. Jacinto e demonstra preocupação pela falta de técnicos e recursos humanos na área das ciências do mar e das zonas costeiras.

É fundamental uma eficiente inter-relação entre os planos regionais e municipais de ordenamento do território, assim como entre os diversos organismos com competências sobre o litoral.

## **2. Recomendações**

A monitorização e a modelação da costa continuam a ser um desafio para equipas de investigação multidisciplinares. A monitorização deverá contemplar não só a praia emersa mas, também, a submersa, pois são muito escassos os dados de campo sobre esta zona, fundamental para se compreender os processos costeiros.

É indispensável uma monitorização regular da linha de costa, para se observar e entender melhor as taxas de erosão e acreção neste troço costeiro, assim como um acompanhamento da lixeira selada de Maceda, principalmente no que se refere às águas subterrâneas, devido ao perigo que esta pode representar no futuro.

Outro aspeto fundamental reside na análise custo/eficácia das medidas, sendo necessário avaliar os custos e os benefícios económicos, sociais, ambientais e institucionais da implementação de ações de adaptação adequadas e garantindo o financiamento necessário.

A produção do conhecimento científico acerca de assuntos costeiros e marinhos tem vindo a sofrer um incremento ao longo das últimas décadas. Este incremento tem sido sobretudo orientado para as áreas científicas das ciências naturais e exatas, mantendo-se a necessidade de um incremento semelhante nas áreas das ciências sociais e humanas, um reforço e adequação dos programas financeiros e apoio à investigação de carácter transdisciplinar.

De tanta normativa, entidades e utilizadores das zonas costeiras, surgem propostas de Martins e Correia Silva (2011) para melhorar uma Gestão Integrada Costeira e Marinha (GICM), existindo 10 elementos estratégicos que devem atuar de forma articulada e no mesmo ciclo temporal. As principais propostas de mudança seriam a criação de uma “Lei de Costas”, um grupo coordenador nacional, dando uma maior visibilidade da política pública



para dar uma continuidade e reforçar a implementação efetiva dos instrumentos existentes, criando-se assim, uma consolidação e implementação da revisão do ordenamento jurídico nacional aplicado às áreas costeiras e marinhas, uma forte consolidação de mecanismos de coordenação/cooperação interinstitucional, uma fiscalização ativa nas zonas costeiras e atribuição de responsabilidades perante os problemas ambientais, económicos, sociais e de segurança nas zonas costeiras.

## Referências Bibliográficas

- Abrantes, M.I.R.R. (1994). *A cobertura Sedimentar da Plataforma e da Vertente Continental Superior entre Espinho e Aveiro*. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, 178 p.
- Ângelo, C. (1991). Taxas de Variação do Litoral Oeste: Uma avaliação temporal e espacial. Atas do seminário: A zona costeira e os problemas ambientais. Associação EUROCOAST – Portugal, 109 – 120
- Baptista, P. (2006). *O Sistema de Posicionamento Global Aplicado ao Estudo de Litorais Arenosos*. Tese de Doutoramento. Universidade de Aveiro, 278 p.
- Baptista, P. & Bernardes, C. (2009). A highly energetic beach in the dependence on coastal defense structures (Northwest of Portugal). *Actas do 6º Simpósio sobre el Margem Ibérico Atlântico*, Oviedo, 229 – 232
- Baptista P., Bernardes C. & Cunha T.R. (2011). The validation analysis of the INSHORE system - a precise and efficient coastal survey system. *Environmental Monitoring and Assessment*. 179, 1 – 4, 589 – 604
- Bossard, M., Feranec, J. & Otahel, J. (2000). CORINE land cover technical guide – Addendum 2000. Technical Report No. 40. *European Environmental Agency*. Copenhagen, 105 p.
- Caetano, P. (2002). *Análise Fotointerpretativa da Evolução da Linha de Costa e Morfologias Dunares entre Furadouro e Praia de Mira*. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, 86 p.
- Caetano, M., Nunes, V. & Araújo, A. (2006). *Manual da Carta de Ocupação do Solo 2005 de Portugal Continental*. Instituto Geográfico Português, 74 p.
- Carvalho, G.S. & Granja, H. M. (1992). A Subida do Nível do Mar demonstrada através da Evolução Geomorfológica da Zona Costeira entre Furadouro e Espinho. *III Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente*. Vol. III., Aveiro, 1065 – 1077
- CE – Comissão Europeia (1999). *Para uma Estratégia Europeia de Gestão Integrada das Zonas Costeiras (GIZC)*. Princípios Gerais e Opções Políticas, Luxemburgo: Serviço das publicações oficiais das Comunidades Europeias, 32 p.
- Dias, J. (1990). *A Evolução Actual do Litoral Português*. Geonovas, 11, Lisboa, 15 – 28
- Equipa Técnica do POOC OMG (2012). *Cenários de Defesa Costeira. Troço 1: Praia de Esmoriz – São Jacinto*. Relatório de suporte à reunião técnica de trabalho (Ovar), Julho, 42 p.
- Ferreira, Ó. (1993). *Caracterização dos Principais Factores do Balanço Sedimentar e da Evolução da Linha de Costa entre Aveiro e o Cabo Mondego*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa, 168 p.
- Ferreira, Ó., Garcia, T., Matias, A., Taborda, R. & Dias, J. A. (2006). An Integrated Method for the Determination of Set-back Lines for Coastal Erosion Hazards on Sandy Shores. *Continental Shelf Research*, 26, 1030 – 1044

- Hapke J., Reid D. & Richmond B. (2009). Rates and Trends of Coastal Change in California and the Regional Behaviour of the Beach and Cliff System. *Journal of Coastal Research*, 25, 3, 603 – 615.
- IH - Instituto Hidrográfico (1990). *Roteiro da Costa de Portugal*. Ministério da Defesa Nacional. Marinha, Lisboa, 590 p.
- INAG – Instituto da Água (2009). *Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira*. Março 2009, 84 p.
- Komar, P. D. (1976). *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice-Hall, New Jersey. 429 p.
- LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil (1977). *Obras de Protecção Costeira*. Seminário 210, Lisboa, 188 p.
- Lopes, M (1997). *Monitorização a Curto Prazo da Praia de Maceda*. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, 205 p.
- MAOTDR – Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (2006). Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território. Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/2006, publicado em Diário da República. Relatório, Fevereiro 2006, 96 p.
- Martins, F. C. & Correia Silva, P. (2011). *Proposta para uma Gestão Costeira e Marinha Integrada: Portugal*. Barragán Muñoz, J. M. (coord.). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Propuestas para la acción*, Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, 239 – 252
- Moura, D, Bicho, N., Gabriel, S. , Infantini, L. , Gomes, A. , 2010. Iberian Atlantic Shelf – Last Glacial Period to the Present: A contribute to Cost Action.  
[http://associacaodpga.org/v\\_al\\_albufeira\\_files/aula%20de%20campo.pdf](http://associacaodpga.org/v_al_albufeira_files/aula%20de%20campo.pdf)
- Paíinho, M., Caetano, M., Bastos, A., Freire, S., Antunes, A., Carrão, H., Mata, F. & Curvelo, P. (2006). *Cartografia de ocupação do solo de Portugal continental 1985-2000 CORINE land cover 2000*. Instituto do Ambiente, Amadora, 94 p.
- Pinho, L. (2003). *Domínio Público Marítimo – O seu “Carácter Público” e a Qualificação das Áreas Costeiras*. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, 123 p.
- Pinto, L. B G. (1993). *Morfosedimentogénese e Ambiente da Ria de Mira/Aveiro – Portugal*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa, 185 p.
- Ramalho, E. & Ferreira P. (1991). *Estudo das Contaminações provocadas pela Lixeira de Maceda nas Águas Subterrâneas*. Projeto, Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, 140 p.
- Ramalho, E., Silva, M., Matias, M. & Jardim M. (1998). Diagnóstico e Recuperação Ambiental da Zona envolvente da Lixeira de Maceda (Ovar). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 84, 2, 78 - 81
- Ramos, T. (2011). *Estudo da Reabilitação de Estruturas de Defesa Costeira – Casos de Estudo do Mindelo, norte do Furadouro e Torreira*. Tese de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 140 p.

- Reis, A. (2000). *Avaliação da Erosão Costeira entre as Praias de São Pedro de Maceda e do Torrão do Lameiro (Ovar)*. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, 327 p.
- Ribeiro, M. (2005). *Os Museus e Centros de Ciência como Ambientes de Aprendizagem*. Tese de Mestrado. Universidade do Minho, 226 p.
- Silva, M. (1997). *Avaliação de Áreas de Risco entre Espinho e o Furadouro*. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, 139 p.
- Teixeira, S. (1994). *Dinâmica Morfossedimentar da Ria de Aveiro (Portugal)*. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa, 396 p.
- Thieler, E.R., Himmelstoss, E.A. Zichih, J.L., & Miller, T.L. (2005). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 3.0: ArcGIS Extension for Calculating Shoreline Change. Woods Hole, Massachusetts: *U.S. Geological Survey Open-File Report 2005*, 1304.
- Veloso – Gomes, F. (1993). *Evolução Costeira – Factores que potenciam e explicam a aceleração das faixas de erosão na costa portuguesa*. Resumos do Seminário sobre a zona costeira de Portugal. *EUROCOAST/ M.A.R.N./I.S.T.*, Lisboa, 4 p.
- Veloso – Gomes, F. & Taveira – Pinto, F. (1997). A Opção “Protecção” para a Costa Oeste Portuguesa. Colectânea de ideias sobre a zona costeira de Portugal. *Associação EUROCOAST – Portugal*, 163 – 190
- Vidinha, J. (1995). *Caracterização Morfológica e Textural do Litoral entre Espinho e Cabo Mondego (Portugal)*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa, 195 p.

## **Legislação**

- Decreto – Lei n.º 309/93, de 2 de setembro
- Decreto – Lei n.º 151/95, de 24 de junho
- Decreto – Lei n.º 380/99, de 22 de setembro
- Decreto – Lei n.º 287/2007, de 17 de agosto
- Decreto – Lei n.º 312/2007, de 17 de setembro
- Decreto – Lei n.º 11/2009, de 12 de janeiro
- Decreto – Lei n.º 159/2012, de 24 de julho
- Decreto Regulamentar n.º 11/2006, de 21 de julho
- Lei n.º 48/98, de 11 de agosto
- Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro
- Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 152/2001, de 11 de outubro
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 76/2005, de 21 de março
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 114/2006, de 15 de setembro
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 163/2006, de 12 de dezembro
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 109/2007, de 20 de agosto
- Resolução de Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho

Resolução de Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro

Resolução de Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril

## **ANEXO 1**

Entrevistas aos órgãos de governação

## **ANEXO 1.1**

Guião de entrevista semi-estruturado



### **Questões Gerais:**

Quais são as principais ameaças/riscos que a autarquia se preocupa, relativamente à zona costeira?

Quantos anos a lixeira de Maceda, esteve ativa e quais foram os tipos de despejos?

Estando a lixeira selada desde 1998, existe alguma monitorização? Quando foi a última monitorização?

O Núcleo de Educação Ambiental (Torreira), inaugurado a 7 de Julho de 2010 (277,388 €), porque se encontrou fechado durante a época balnear de 2011?

Onde se localiza efetivamente a praia da Gaivina e de Muranzel?

A linha de costa em 1958 a norte da Torreira apresentava um elevado recuo, consegue explicar o que eventualmente se passou nesta zona?

É verdade que está proposto um Núcleo de Educação Ambiental para S. Jacinto?

Tem conhecimento do prolongamento do molhe norte do porto de Aveiro, e qual o seu comprimento de extensão?

### **Questões relativamente ao POOC:**

Quais são as principais preocupações com a atual revisão do POOC?

A autarquia tem alguma equipa a acompanhar/cooperar com a revisão?

Quais são as principais áreas de acompanhamento?

Qual o posicionamento dessa equipa na revisão do POOC?

Que tipos de trabalhos estão a desenvolver nas zonas costeiras?

Existe algum conflito entre a equipa técnica do POOC e a autarquia de Ovar?

### **Questões relativamente ao PDM:**

Está a ser revisto o PDM?

Como estão a olhar para as novas exigências do PNPOT e ENGIZC?

Existem potenciais áreas urbanas a serem propostas no futuro?

Existem planos de evacuação das populações em cenários de extrema urgência? (ex: Tsunami)

## **ANEXO 1.2**

Transcrição das respostas à entrevista na Câmara Municipal de Ovar

Eng.º Manuel Jardim (**EMJ**) – Chefe de Divisão do Ambiente

Arquiteto Rogério Pacheco (**ARP**)

**Questões Gerais:**

**a) Quais são as principais ameaças/riscos que a CM de Ovar se preocupa, relativamente à zona costeira?**

**EMJ** – A presença humana e infraestruturas na frente urbana do Furadouro. A lixeira de Maceda próxima da linha de costa, numa área de elevada taxa de erosão, mas não muito preocupante para já. A elevada perda de floresta da mata de Maceda e a desvalorização da praia de S. Pedro de Maceda, já que esta apresenta características ótimas de contraste entre a floresta e a praia.

**b) Quantos anos a lixeira de Maceda, esteve ativa e quais foram os tipos de despejos?**

**EMJ** – Existiram várias lixeiras pontuais em Maceda, durante a década 70/80. Mas a maior lixeira e a que se encontra selada atualmente esteve ativa cerca de 18 anos (~1980 até 1998). Os despejos foram principalmente industriais, sendo de evidenciar que houve outros concelhos a fazer descargas nesta lixeira. Próximo do ano de 1998, houve um desentendimento entre os municípios de Estarreja, Murtosa e Ovar, quanto às descargas domésticas serem efetuadas em Estarreja. Devido a isto, o município de Ovar fez algumas descargas domésticas, com o auxílio de uma carrinha de 4 m<sup>3</sup> na lixeira de Maceda (não sei a periodicidade da recolha do lixo doméstico no município).

**c) Estando a lixeira selada desde 1998, existe alguma monitorização? Quando foi a última monitorização?**

**EMJ** – Existe monitorização feita pela CCDR anualmente, mas não se faz às águas subterrâneas. As captações de água perto de Cortegaça foram abandonadas a 1 de Janeiro de 2011. As captações mais próximas do centro de Ovar, abastecem apenas a mancha urbana do Furadouro. A restante população de Ovar é abastecida pelas captações do Douro e Paiva.

**Questões relativamente ao POOC:**

**d) Quais são as principais preocupações com a atual revisão do POOC?**

**EMJ** – O tempo para a revisão é muito escasso. Existem preconceitos em vários domínios. Existem regulamentos em demasia (“Parece que tudo é colocado numa bola de cristal”). Problemas nos Planos de Pormenor de Praia, principalmente na implantação dos apoios de praia (concessionários).

**e) A CM de Ovar tem alguma equipa a acompanhar/cooperar com a revisão?**

**EMJ** – Neste momento quem está mais por dentro do assunto é o arquiteto Rogério Pacheco.

**f) Quais são as principais áreas de acompanhamento?**

**EMJ** – Urbanismo.

**ARP** – Divisão do planeamento.

**g) Qual o posicionamento dessa equipa na revisão do POOC?**

**EMJ** – A equipa é ativa, no entanto, deveria ser mais do que é.

**ARP** – De momento é apenas consultivo.

**h) Que tipos de trabalhos estão a desenvolver nas zonas costeiras?**

**EMJ** – Proposta de enrocamento – continuação do enrocamento para norte até ao café Pé de Vento (até ao fim do ano 2012). Projeto de um parque de estacionamento a sul do Furadouro.

**i) Existe algum conflito entre a equipa técnica do POOC e a autarquia de Ovar?**

**ARP** – Para já não, falta saber as propostas da equipa do POOC.

**Questões relativamente ao PDM:**

**j) Está a ser revisto o PDM?**

**EMJ** – Sim.

**ARP** – Desde 2001, mas efetivamente só começou em 2003. Ainda não terminou devido ao PROT ainda não ter sido publicado.

**k) Como estão a olhar para as novas exigências do PNPOT e ENGIZC?**

**ARP** – Numa faixa de 2 quilómetros não criar novos aglomerados. Proteger o que se consegue.

**l) As potenciais áreas urbanas a ser desenvolvidas a sul do Furadouro?**

**ARP** – Já não existem essas áreas, foi recortada a área do PDM. A missão é conter e proteger.

**m) Quanto ao hotel recente, ter sido construído numa área de risco, qual a sua opinião e o da CM de Ovar?**

**ARP** – O licenciamento de loteamento já vem da década 80/90. A autarquia não tinha meios de contrariar.

**n) Existem planos de evacuação das populações em cenários de extrema urgência? (ex: Tsunami)**

**EMJ** – Não existem.

**o) Existe algum plano de realocização das populações em risco?**

**EMJ** – Apenas em Esmoriz (Bairro dos Pescadores).

**p) Qual a perceção do risco por parte da autarquia e das populações?**

**EMJ** – Não sei muito bem. Os pescadores não têm, desde pequenos que lidam sempre com o risco. Da parte da autarquia – “Não estamos assustados, mas há um risco”. Existe uma interação muito grande com as populações, proteção civil, PSP, bombeiros e autoridades regionais. Estamos em alerta para qualquer situação, um dos riscos que se sente é o de incêndio na mata de Maceda.

**q) Que acha da requalificação e proteção dunar na zona sul do Furadouro?**

**EMJ** – Boa, acabou-se com o parque de estacionamento numa zona de risco. É um elemento de sensibilização visível, mas na verdade é que foi muito dinheiro investido nessa obra.

Citação do Engº. Manuel Jardim:

*“Com o Mar não garanto nada!”*

### **ANEXO 1.3**

Transcrição das respostas à entrevista na Câmara Municipal da Murtosa

Sr. Presidente Joaquim Baptista (**PJB**)

**Questões Gerais:**

**a) Quais são as principais ameaças/riscos que a CM da Murtosa se preocupa, relativamente à zona costeira?**

**PJB** – Erosão como para todos os autarcas. O processo erosivo entre o concelho de Ovar e o da Murtosa (Quintas do Norte) e sente-se um ligeiro recuo a sul do esporão (últimos quilómetros a sul do concelho).

**b) O Núcleo de Educação Ambiental (Torreira), inaugurado a 7 de Julho de 2010 (277,388 €), porque se encontrou fechado durante a época balnear de 2011?**

**PJB** – O custo está dentro dos valores normais da construção atual. Em 2011 esteve sobre a responsabilidade da CM da Murtosa, mas não foi muito utilizado devido à praia não ter arrecadado a bandeira azul, devido a equívocos administrativos. O Núcleo de Educação Ambiental está muito próximo da campanha bandeira azul.

**c) Onde se localiza efetivamente a praia da Gaivina e de Muranzel?**

**PJB** – As praias localizam-se a sul da Torreira (zona de treino militar da base aérea de S. Jacinto). A CM da Murtosa pretende deslocar estas praias para a zona norte da Torreira.

**d) A linha de costa em 1958 a norte da Torreira apresentava um elevado recuo, consegue explicar o que eventualmente se passou nesta zona?**

**PJB** – A linha de 1958 está errada.

**Questões relativamente ao POOC:**

**e) Quais são as principais preocupações com a atual revisão do POOC?**

**PJB** – Relocalização das duas praias para a zona norte da Torreira. Acessibilidade e preservação dunar (Passadiços). Repensar e relocalizar os equipamentos de apoio de praia.

**f) A CM de Murtosa tem alguma equipa a acompanhar/cooperar com a revisão?**

**PJB** – Sim.

**g) Quais são as principais áreas de acompanhamento?**

**PJB** – Urbanismo e Engenharia Civil.



**h) Qual o posicionamento dessa equipa na revisão do POOC?**

**PJB** – Fazem parte da comissão de acompanhamento e diagnóstico. Ainda não existem propostas concretas.

**i) Que tipos de trabalhos estão a desenvolver nas zonas costeiras?**

**PJB** – Nenhum.

**j) Existe algum conflito entre a equipa técnica do POOC e a autarquia da Murtosa?**

**PJB** – Não. Com a ARHc existe conflito devido ao DPM e pela falta de responsabilidade quanto aos passadiços degradados existentes a norte da Torreira.

**k) Está previsto para 2012 o prolongamento do esporão dos atuais 120 m para 250 m. Qual é o seu ponto de vista quanto a esta situação?**

**PJB** – A norte do esporão ajuda-me, pois dá-me a vantagem para a deslocalização das praias Gaivina e Muranzel para a zona norte da Torreira. A sul é de preocupação, mas reconstrói-se o que está colmatado mais a sul.

**Questões relativamente ao PDM:**

**l) Está a ser revisto o PDM?**

**PJB** – Já foi revisto em 2005, mas encontra-se de novo em revisão devido ao PROT.

**m) Como estão a olhar para as novas exigências do PNPOT e ENGIZC?**

**PJB** – A ministra Assunção Cristas quer proteger a costa e as pessoas, mas só falar é muito bonito. As estratégias interditam a construção nos 500 m, mas nos 2 quilómetros apenas recomenda a proteção.

**n) Existem planos de evacuação das populações em cenários de extrema urgência? (ex: Tsunami)**

**PJB** – A proteção civil preocupa-se e prevê um plano de inundação, mas para um tsunami é muito complicado devido às cotas da região serem muito baixas.

**o) As potenciais áreas urbanas a ser desenvolvidas a sul da Torreira?**

**PJB** – No PDM a sul da Torreira nas zonas destinadas a empreendimentos turísticos, já se prevê com o Grupo Amorim obras que rondam os 85 milhões de euros.

## **ANEXO 1.4**

Transcrição das respostas à entrevista na Câmara Municipal de Aveiro

Dr.<sup>a</sup> Maria Aurora Henriques (**MAH**) – Chefe de Divisão do Planeamento e Ordenamento

**Questões Gerais:**

**a) Quais são as principais ameaças/riscos que a CM da Aveiro se preocupa, relativamente à zona costeira?**

**MAH** – Não existem preocupações. Pretende-se manter uma faixa costeira bem prolongada sem construção. Preocupamo-nos com os outros municípios vizinhos, relativamente à linha de costa.

**b) É verdade que está proposto um Núcleo de Educação Ambiental para S. Jacinto?**

**MAH** – Sim, encontra-se em fase de proposta.

**c) Tem conhecimento do prolongamento do molhe norte do porto de Aveiro, e qual o seu comprimento de extensão?**

**MAH** – Não, não sei.

**Questões relativamente ao POOC:**

**d) Quais são as principais preocupações com a atual revisão do POOC?**

**MAH** – Os acessos até S. Jacinto. O *Ferry Boat* é um “sugador” de dinheiro. Não existir um plano de urbanização e a monitorização do exutor em S. Jacinto.

**e) A CM de Aveiro tem alguma equipa a acompanhar/cooperar com a revisão?**

**MAH** – Sim, duas pessoas.

**f) Quais são as principais áreas de acompanhamento?**

**MAH** – Urbanismo, Planeamento e Ambiente.

**g) Qual o posicionamento dessa equipa na revisão do POOC?**

**MAH** – Consultivo.

**h) Que tipos de trabalhos estão a desenvolver nas zonas costeiras?**

**MAH** – Nenhum, não temos ninguém ligado a essa área. Uma arquiteta encontra-se num projeto designado por IMISRAR, relacionado com a avaliação dos riscos na costa.

**i) Existe algum conflito entre a equipa técnica do POOC e a autarquia da Aveiro?**

**MAH** – Não.

**j) Qual é o seu ponto de vista, quanto ao prolongamento do molhe norte do porto de Aveiro?**

**MAH** – Não tenho opinião, não compreendo muito dessa área.

**Questões relativamente ao PDM:**

**k) Está a ser revisto o PDM?**

**MAH** – Sim. Em 2005 já devia ter estado pronto. Falta o plano de urbanização de S. Jacinto, devido à falta de cooperação entre 30 entidades, onde cada uma faz o seu parecer.

**l) Como estão a olhar para as novas exigências do PNPOT e ENGIZC?**

**MAH** – Temos atenção aos 2 quilómetros, cumprimos com as estratégias e apenas requalificamos o que já se encontra construído.

**m) Existem planos de evacuação das populações em cenários de extrema urgência? (ex: Tsunami)**

**MAH** – Isso encontra-se a cargo da proteção civil, mas existem locais de evacuação para inundação.

**n) Existem áreas potenciais para a construção de empreendimentos turísticos?**

**MAH** – Sim, nas áreas vazias do aglomerado de S. Jacinto.

## **ANEXO 2**

Análises químicas às águas adjacentes à lixeira de Maceda de 1991

(Ramalho e Ferreira, 1991)

**Análises da água *in situ* aquando da recolha de água dos piezómetros**

| Piezómetro n <sup>o</sup> | pH   | Condutividade (µSiemens/cm) | Temperatura (°C) | Alcalinidade (mg/l)                     | CO <sub>2</sub> (%) |
|---------------------------|------|-----------------------------|------------------|---|---------------------|
| 1                         | 6.7  | 380                         | 15.4             | 85.40 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 47                  |
| 2*                        | 6.25 | 280                         | 15.4             | 114.68 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | -                   |
| 3                         | 6.65 | 340                         | 15.8             | 170.8 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 29                  |
| 4                         | 6.1  | 162                         | 15.0             | 50.02 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 0                   |
| 5                         | 5.25 | 135                         | 15.8             | 22.10 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 3                   |
| 6                         | 6.03 | 165                         | 15.3             | 45.51 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 22                  |
| 7                         | 6.4  | 120                         | 15.1             | 61.00 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 73                  |
| 8                         | 5.8  | 1000                        | 17.4             | 142.74 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | 10                  |
| 9                         | 5.5  | 95                          | 15.6             | 10.49 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 0                   |
| 10                        | 5.4  | 115                         | 15.0             | 12.20 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 22                  |
| 11                        | 5.3  | 130                         | 15.8             | 25.62 (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )  | 69                  |

\*piezómetro nunca limpo

**Resultados das análises da água do aquífero cativo**

| Piezómetro n <sup>o</sup> | Ca <sup>2+</sup> (mg/l) | Mg <sup>2+</sup> (mg/l) | Fe <sup>2+</sup> (mg/l) | K <sup>+</sup> (mg/l) | Na <sup>+</sup> (mg/l) | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | Cl <sup>-</sup> (mg/l) | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1                         | 40.0                    | 3.6                     | 0.14                    | 2.40                  | 40.0                   | 85.4                                 | 86.4                   | -                                   | 3.1                                 | 17.1                                 |
| 2*                        | 35.5                    | 1.5                     | 0.05                    | 2.20                  | 28.0                   | 114.8                                | 45.2                   | 1.0                                 | 1.5                                 | 17.2                                 |
| 3                         | 50.0                    | 2.0                     | 0.10                    | 1.95                  | 23.0                   | 170.8                                | 42.0                   | 1.6                                 | 1.3                                 | 13.4                                 |
| 4                         | 14.0                    | 1.0                     | 0.07                    | 0.60                  | 12.0                   | 50.0                                 | 42.2                   | -                                   | 1.5                                 | 11.7                                 |
| 5                         | 9.0                     | 2.55                    | 0.64                    | 1.7                   | 21.0                   | 22.2                                 | 38.4                   | -                                   | 1.5                                 | 11.0                                 |
| 6                         | 17.6                    | 1.2                     | 0.04                    | 1.4                   | 16.0                   | 45.6                                 | 31.5                   | 1.8                                 | 1.1                                 | 16.8                                 |
| 7                         | 20.0                    | <1                      | 0.1                     | 1.7                   | 11.5                   | 61.0                                 | 21.3                   | 2.8                                 | -                                   | 7.68                                 |
| 8                         | 64.5                    | 13.1                    | 1.89                    | 40.0                  | 110.0                  | 142.8                                | 303.4                  | 43.5                                | 9.8                                 | 21.3                                 |
| 9                         | 7.0                     | 1.65                    | 0.06                    | 1.8                   | 17.0                   | 10.6                                 | 34.0                   | 1.3                                 | 1.2                                 | 7.4                                  |
| 10                        | 12.3                    | 2.8                     | 0.15                    | 1.8                   | 13.5                   | 12.2                                 | 33.73                  | 4.2                                 | 1.2                                 | 8.78                                 |
| 11                        | 10.0                    | 1.3                     | 0.05                    | 0.9                   | 13.0                   | 25.6                                 | 30.53                  | 1.0                                 | 1.1                                 | 13.44                                |

\*piezómetro nunca limpo

**Resultados das análises da água do aquífero superficial**

| Piezómetro n <sup>o</sup> | Ca <sup>2+</sup> (mg/l) | Mg <sup>2+</sup> (mg/l) | Fe <sup>2+</sup> (mg/l) | K <sup>+</sup> (mg/l) | Na <sup>+</sup> (mg/l) | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | Cl <sup>-</sup> (mg/l) | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 10 s                      | 8.0                     | 0.8                     | 0.17                    | 3.8                   | 18.0                   | 20.0                                 | 41.2                   | 3.0                                 | 1.3                                 | 4.9                                  |
| 11 s                      | 4.0                     | 0.5                     | 0.51                    | 4.4                   | 17.0                   | 60.6                                 | 28.8                   | 1.2                                 | 1.0                                 | 7.4                                  |

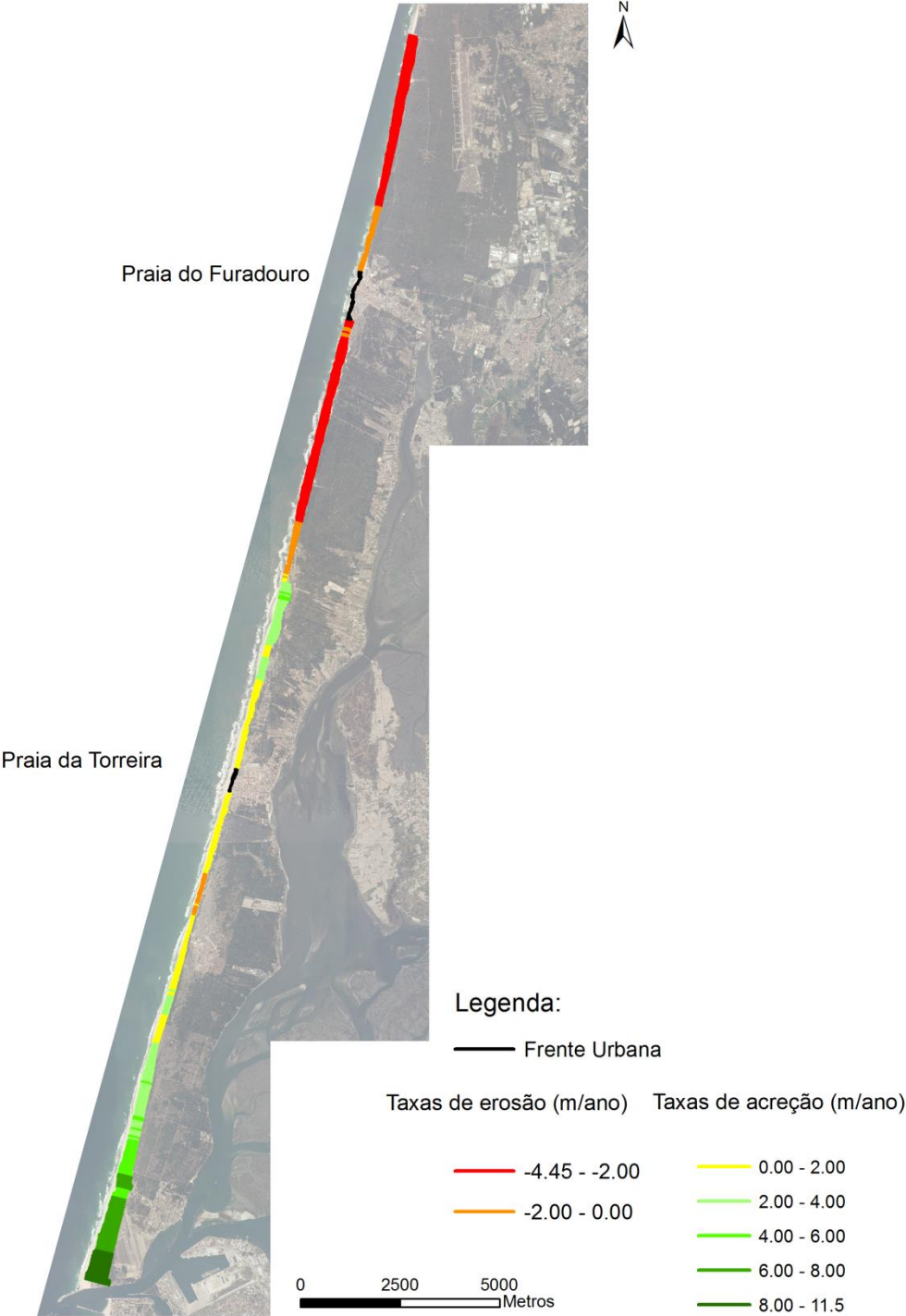
s - aquífero superficial .

### **ANEXO 3**

Análise qualitativa das taxas de erosão/acreção no troço costeiro  
(1958 a 2010)



Troço S. Pedro da Maceda - S. Jacinto



## **ANEXO 4**

Legenda de estampas

Estampa 1 – Praia de São Pedro de Maceda: A sul do esporão (E1)

Estampa 2 – Praia São Pedro de Maceda

Estampa 3 – Praia do Furadouro: A norte do Esporão (E2)

Estampa 4 – Praia do Furadouro: entre os esporões (E2 e E3)

Estampa 5 – Praia do Furadouro: A sul do Esporão (E3)

Estampa 6 – Praia do Torrão do Lameiro

Estampa 7 – Praia da Torreira: A norte do Esporão (E4)

Estampa 8 – Praia da Torreira: A sul do Esporão (E4)

Estampa 9 – Praia de São Jacinto

Estampa 10 – Barra Portuária de Aveiro

## **ANEXO 5**

Estampas

**Estampa 1 – Praia de São Pedro de Maceda: A sul do esporão (E1)**



Foto 1 – Investidas das ondas na escarpa de erosão talhada no sistema dunar interno (Março 1990, Alveirinho Dias).



Foto 2 – Esporão de Maceda e a visível descontinuidade do alinhamento da linha de costa (Outubro 2011, Paulo Correia Silva).



Foto 3 – Escarpa de erosão talhada no sistema dunar interno, sendo visível as diferentes litologias do sistema dunar (Março 2012, Paulo Correia Silva).

## Estampa 2 – Praia São Pedro de Maceda



Foto 4 – Observe-se a crescente proximidade da praia relativamente ao parque de estacionamento patente entre esta e a seguinte foto (Julho 1999, Pedro Caetano).

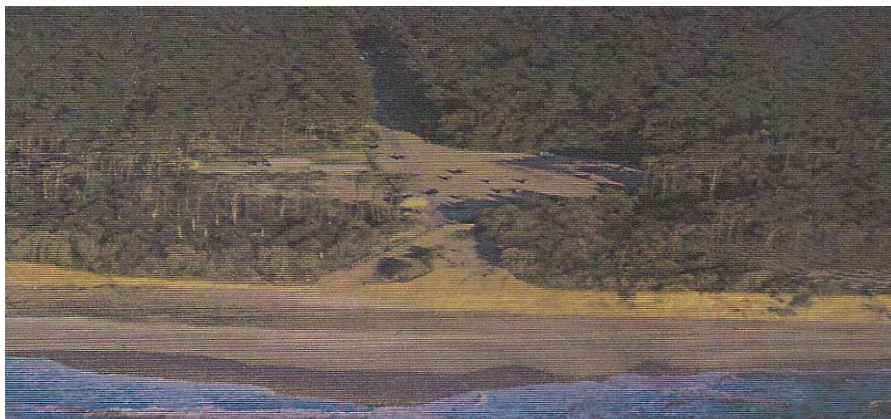


Foto 5 – Idem (Fevereiro 2001, Pedro Caetano).

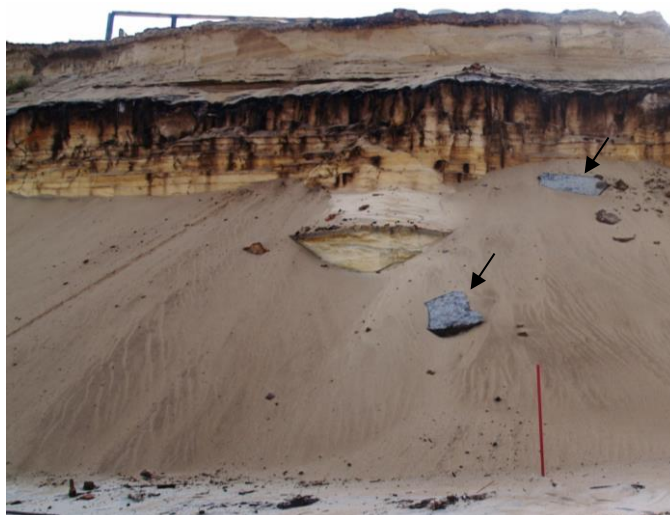


Foto 6 – Queda de alcatrão da estrada sobre a escarpa de erosão (Abril 2012, Paulo Correia Silva).



### Estampa 3 – Praia do Furadouro: A norte do Esporão (E2)



Foto 7 – Entulho de madeira sobre o areal, proveniente da mata de Maceda (Novembro 2007, Paulo Correia Silva).



Foto 8 – Escarpa de erosão acentuada a barlar do esporão (Março 2011, SIARL - Sistema de Administração do Recurso Litoral).

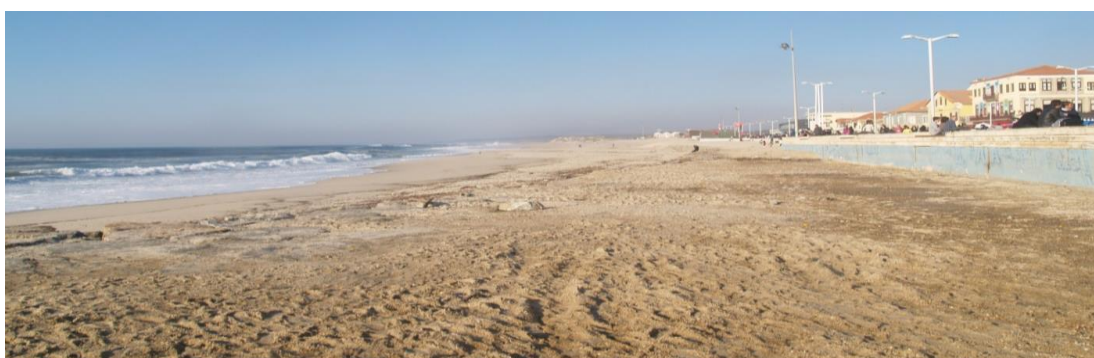


Foto 9 – Estado da praia após as obras de proteção de emergência da frente urbana (Março 2012, Paulo Correia Silva).

#### **Estampa 4 – Praia do Furadouro: entre os esporões (E2 e E3)**



Foto 10 – Investidas do mar sobre o enrocamento (Novembro 2007, Paulo Correia Silva).



Foto 11 – Fortes investidas do mar sobre o enrocamento, constituindo rombos sobre a estrutura (Março 2012, Paulo Correia Silva).



## Estampa 5 – Praia do Furadouro: A sul do Esporão (E3)



Foto 12 – Presença de pouco areal (Agosto 1989, Alveirinho Dias).



Foto 13 – Devido à quase inexistência de areal, os banhistas utilizavam o enrocamento e o esporão como “praia” (Agosto 1990, Alveirinho Dias).



Foto 14 – Inexistência de areal a sul do esporão e visível descontinuidade do alinhamento da linha de costa. Atualmente encontram-se com a mesma presença as estruturas de proteção costeira. (Abril 2002, Morgado).

## Estampa 6 – Praia do Torrão do Lameiro



Foto 15 – Cordão dunar frontal quase inexistente e marcas de galgamento oceânico (Julho 1999, Pedro Caetano).



Foto 16 – Evidências de diferentes episódios de galgamentos oceânicos e consequente destruição do cordão dunar e vegetação (Fevereiro 2001, Pedro Caetano).



Foto 17 – Presença de berma de praia sobre o atual cordão dunar frontal, relativamente próximo da estrada de acesso à praia (Março 2012, Paulo Correia Silva).



## **Estampa 7 – Praia da Torreira: A norte do Esporão (E4)**



Foto 18 – Enrocamento de proteção à frente urbana, antes da construção do esporão atual (Março 1974, SIARL - Sistema de Administração do Recurso Litoral).



Foto 19 – É visível o esporão atual (assinalado com setas) e a existência de um grande desfasamento entre o alinhamento das dunas e frente oceânica da povoação (Agosto 1989, Alveirinho Dias).

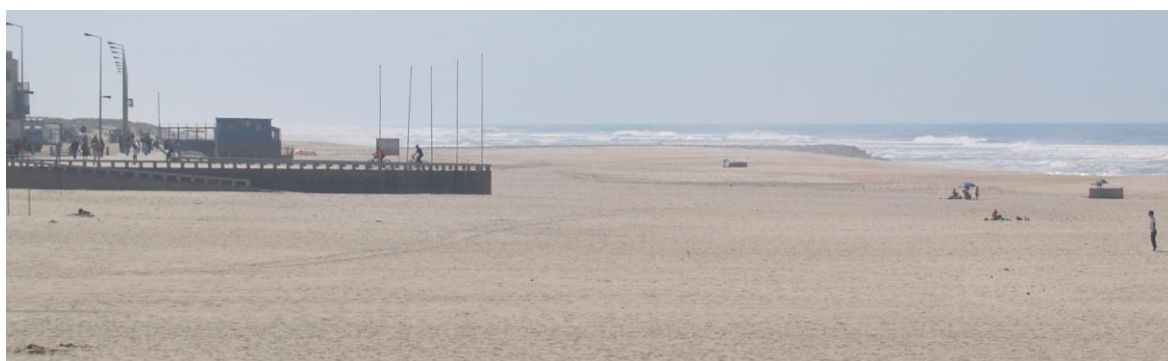


Foto 20 – Presença de um extenso areal a barlar do esporão (Março 2012, Paulo Correia Silva).

## **Estampa 8 – Praia da Torreira: A sul do Esporão (E4)**



Foto 21 – Esporão existente a sul da localidade (a cerca de 1300 m do esporão E4), que atualmente se encontra colmatado, tal como o autarca da Câmara Municipal alertou (Março 1990, Alveirinho Dias).



Foto 22 – Escarpa de erosão imediatamente a sotamar do esporão (Maio 2012, Paulo Correia Silva).

## Estampa 9 – Praia de São Jacinto



Foto 23 – Aspeto da exploração das areias que se acumulam contra o molhe norte do porto de Aveiro (Agosto 1991, Alveirinho Dias).

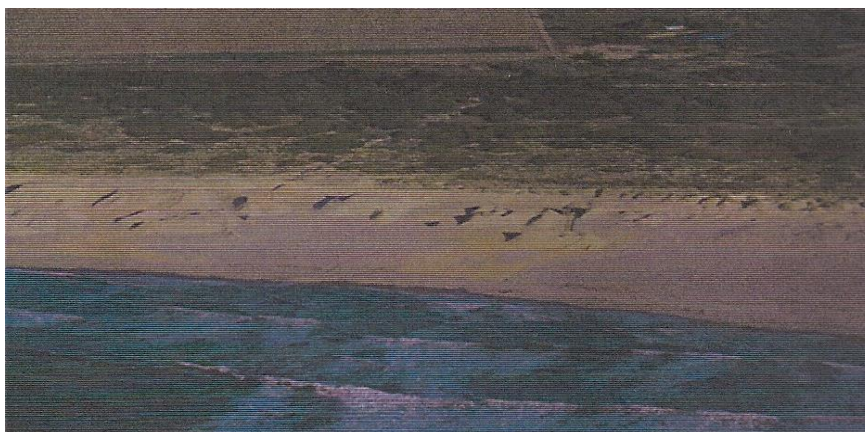


Foto 24 – Extração de areias na praia e montes de areia que espelham diferentes loteamentos de exploração (Fevereiro 2001, Pedro Caetano).



Foto 25 – Presença de dunas bem consolidadas com vegetação associada e visível crescimento de dunas embrionárias (Maio 2012, Paulo Correia Silva).



## **Estampa 10 – Barra Portuária de Aveiro**



Foto 26 – Vista para norte dos molhes portuários de Aveiro, sendo visível a elevada descontinuidade do alinhamento da linha de costa, como consequência das referidas estruturas (Julho 1999, Pedro Caetano).



Foto 27 – Molhe norte do porto de Aveiro (Abril 2002, Cristina Bernardes).

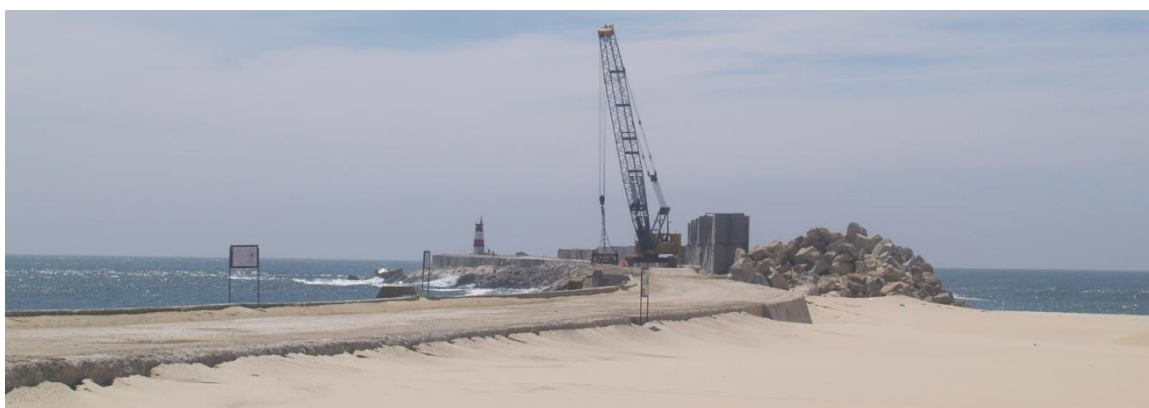


Foto 28 – Aspeto inicial das obras de prolongamento do molhe norte do porto de Aveiro (Maio 2012, Paulo Correia Silva).